

**Untersuchungen am Lautorgan einiger Grillen-
und Laubheuschrecken-Arten, zugleich ein Beitrag
zum Rechts-Links-Problem**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt
von
Anna Alfonsa Stärk
aus
Töging/Inn

Berichterstatter:

1. Prof. Dr. W. Jacobs
2. Prof. Dr. K. von Frisch

Tag der mündlichen Prüfung: 18. 12. 1957



Nachdruck verboten
Übersetzungsrecht vorbehalten

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität München)

Untersuchungen am Lautorgan einiger Grillen- und Laubheuschrecken-Arten, zugleich ein Beitrag zum Rechts-Links-Problem

Von

Anna Alfonsa Stärk

Mit 17 Abbildungen im Text

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	10
Material und Methode	10
Morphologie der Lautorgane	12
a) Grillen	12
b) Laubheuschrecken	13
Die Lamellen	16
a) Grillen	16
b) Laubheuschrecken	17
Biometrische Untersuchungen	19
a) Grillen	19
b) Laubheuschrecken	23
Ergebnisse der Messungen an Grillen und Laubheuschrecken	36
Die Histogenese der Lamellen	39
a) <i>Gryllus bimaculatus</i>	40
b) <i>Decticus verrucivorus</i>	44
Flügelumlegungsversuche an <i>Gryllus bimaculatus</i>	45
Zusammenfassung	48
Literaturverzeichnis	49

Einleitung

Es ist seit langem bekannt, daß die meisten Insekten ihre Gesänge durch das Aneinanderreiben besonders differenzierter Teile des Chitinpanzers hervorbringen (LANDOIS 1867, GRABER 1872, PETRUNKEWITSCH u. GUAITA 1901, KREIDL u. REGEN 1905, PROCHNOW 1908). Alle Arbeiten begnügten sich mit einer Beschreibung der zur Lauterzeugung dienenden Einrichtungen, vornehmlich bei Laubheuschrecken; ihr Hauptziel war es, die gefundenen Tatsachen der Lehre DARWINS einzuordnen.

Mit dem Aufbau der Lautorgane insbesondere bei Feldheuschrecken, mit ihren artspezifischen Gesängen und ihrem Verhalten befaßten sich in neuerer Zeit vor allem FABER (1929, 1933, 1937, 1953) und JACOBS (1953). PIERCE (1948) und LOHER (1957, dort weitere Literatur; vgl. auch H. u. M. FRINGS 1958) analysierten den physikalischen Aufbau von Insektenlauten, und KEVAN (1954) beschrieb die verschiedensten Lautapparaturen bei Heuschrecken. Die Tonapparate der Laubheuschrecken und Grillen bearbeitete neuerdings wieder ROY-NOEL (1954); sie untersuchte die Entwicklung des Geäders der Deckflügel, besonders in der Basalregion.

Obgleich heute die Verhaltensforschung im Vordergrund steht, so bleibt doch auch die Untersuchung der morphologischen Grundlagen der artspezifischen Insektengesänge von Interesse. Die individuelle und geographische Variation im Bau der Lautorgane sowie die Histogenese der Schrillamellen bei einigen Grillen- und Laubheuschreckenarten stehen in dieser Arbeit im Vordergrund. Dabei stieß ich zwangsläufig auf das Rechts-Links-Problem (LUDWIG 1932). Wie bei vielen Insekten, überdecken sich auch bei den Saltatorien die Vorderflügel in der Ruhelage, und zwar liegt bei den Grillen in der Regel der rechte, bei den Laubheuschrecken dagegen der linke Vorderflügel oben. Infolge dieser konstanten Flügellage kann es durch den bevorzugten Gebrauch eines der auf beiden Vorderflügeln ursprünglich spiegelbildlich gleich angelegten Lautapparate zu Umbildungen im Lautorgan einer Seite kommen, die morphologisch und biometrisch zu erfassen waren.

Herrn Prof. Dr. WERNER JACOBS danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für das stete Interesse, Herrn Prof. Dr. KARL v. FRISCH, Vorstand des Zoologischen Institutes, für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und für die gewährten Unterstützungen.

Material und Methode

Die Tiere habe ich teils in der Umgebung von München teils in Südbayern gesammelt. *Acheta domestica* und *Gryllus bimaculatus* entnahm ich einer Zucht, die ich für die histologischen Untersuchungen über 2 Jahre unterhielt. Die Frage nach geographischen Unterschieden innerhalb einer Art konnte ich nur am Rande berühren: ich habe neben *Tettigonia viridissima* aus dem Bereich München auch solche aus dem Vorspessart und neben hiesigen Feldgrillen (*Gryllus campestris*) solche aus Lovran in Istrien untersucht. Genauere Angaben über die Fundorte werde ich bei der Besprechung der einzelnen Arten machen.

Ich habe insgesamt 573 Tiere (423 ♂♂ und 150 ♀♀) folgender Arten gemessen:

1. *Acheta domestica* L.
2. *Gryllus campestris* L.
3. *Gryllus bimaculatus* DE GEER
4. *Tettigonia viridissima* L.
5. *Tettigonia cantans* FUESSLY
6. *Conocephalus fuscus* FBR.
7. *Conocephalus dorsalis* LATR.
8. *Decticus verrucivorus* L.
9. *Gampsocleis glabra* HERBST.
10. *Metrioptera (Bicolorana) bicolor* PHIL.
11. *Metrioptera brachyptera* L.
12. *Metrioptera (Roeseliana) roeselii* HGB.
13. *Pholidoptera aptera* FBR.
14. *Pholidoptera griseoptera* DE GEER.

Zum Messen benutzte ich ein Okularmikrometernetz, Kreuztischnonius und ein Zeichenmikroskop (Firma Seibert) mit Projektionsspiegel. Die in 70 %igem Alkohol aufbewahrten Tiere wurden zu diesem Zweck auf ein Stück Kunststoff (Torf) gesteckt. Gemessen wurden im einzelnen (Abb. 1): 1. der Prothorax entlang der Kiellinie; 2. die Hinterschenkellänge; 3. und 4. linker und rechter Vorderflügel von der Stelle, an der sich die Hauptlängsadern (Subcostal- und Radialader nach ROY-NOEL 1954) mit der hinteren Begrenzung des Prothorax schneiden, bis zur Flügelspitze; 5. und 6. linker bzw. rechter Hinterflügel vom Gelenk bis zur Flügelspitze.

Da die Schrillader einen Bogen bildet, konnte ich sie nicht mit dem Kreuztischnonius messen. Folgende Methode bewährte sich am besten: Die abgetrennten Vorderflügel brachte ich in Alkohol auf einen Objektträger und projizierte die Schrillader mit dem Zeichenmikroskop und Projektionsspiegel an die Wand. Dort zog ich die Linien auf einem Blatt Papier nach und gab jeweils die erste und letzte Lamelle an. Mit einem Kartenrad¹⁾ übertrug ich diese Linien auf eine Gerade und konnte nun mit einem Zentimetermaß die Länge der Strecken feststellen. Die Projektionsvergrößerung war bei den einzelnen Arten verschieden und lag zwischen 50—100fach linear. Anschließend mußten die Vergrößerungen auf die absoluten Werte umgerechnet werden und waren erst so zum Vergleich geeignet. Bei der Projektion etwa auftretende Fehler

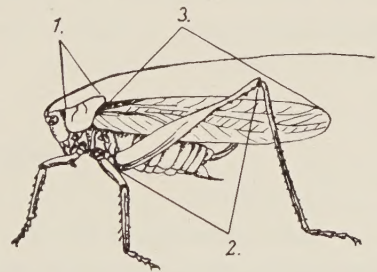


Abb. 1. Schema einer Laubheuschrecke mit Angaben über die gemessenen Strecken.

1) Dient gewöhnlich dazu, Entfernungen auf Landkarten auszumessen.

werden durch die Umrechnung ebenfalls im entsprechenden Verhältnis verkleinert und sind damit außerordentlich gering.

Auf die eben beschriebene Weise wurden gemessen (Abb. 2):

7. und 8. Länge der linken bzw. rechten Schrillader; 9. und 10. Abstand der ersten Lamelle vom Schrilladerbeginn links und rechts; 11. und 12. Länge des mit

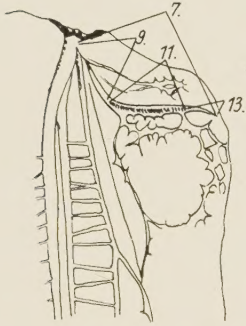


Abb. 2. Schema des linken Vorderflügels einer Laubheuschrecke mit Angaben über die gemessenen Strecken.

Lamellen bestandenen Teiles der Schrillader (= Schrilleiste) links und rechts; 13. und 14. Abstand der letzten Lamelle vom Schrilladerende links bzw. rechts. Dazu kamen noch 15. Zahl der Lamellen links und 16. Zahl der Lamellen rechts. Aus Lamellenzahl und Schrillleistenlänge habe ich außerdem noch für beide Seiten die Lamellendichte (= Lamellen pro Millimeter der Schrilleiste) errechnet.

Alle Zahlen stellen absolute Werte in Millimetern dar. Die statistische Auswertung der Messungsergebnisse erfolgte nach dem t-Verfahren und der Wahrscheinlichkeitskurve von PÄTAU. Sicherungsgrenze ist $P = 0,0027$ (= 0,27 %). P-Werte unter 0,0027 bezeichnen gut gesicherte, Werte von 0,0027 bis 0,01 (= 0,27 bis 1 %) schwach gesicherte Unterschiede.

Abkürzungen: Proth. = Prothoraxlänge, Hsch.L. = Hinterschenkellänge, Vfl. = Vorderflügelänge, Hfl. = Hinterflügelänge, Schr.A. = Länge der Schrillader, Schr.L. = Länge der Schrilleiste, A.beg. = Abstand der ersten Lamelle vom Schrilladerbeginn, A.ende = Abstand der letzten Lamelle vom Schrilladerende, Lam.Z. = Zahl der Lamellen.

Morphologie der Lautorgane

a) Grillen

Ganz allgemein ist bei den Vorderflügeln ein dorsaler Teil, der dem Körper horizontal aufliegt, von einem dazu fast senkrecht stehenden lateralen Teil zu unterscheiden (Abb. 3). Bei den Grillen ist der Dorsalteil mächtig ausgebildet und erstreckt sich von der Flügelbasis bis zur Flügelspitze in annähernd gleicher Breite. Er nimmt die Hälfte bis drei Viertel der gesamten Flügelfläche ein. In der Ruhelage wird der Dorsalteil des linken Vorderflügels von dem des rechten vollständig überdeckt. Die horizontal auf dem Körper liegenden Teile der Flügel werden fast in ihrer ganzen Länge von den Lautorganen eingenommen.

Die Schrillader (ROY-NOEL: hintere Cubitalader) verläuft auf beiden Flügeln zuerst entlang der Grenze des Lateralfeldes ein Stück geradlinig nach hinten, um dann in einem rechten bis schwach stumpfen Winkel gegen den inneren Flügelrand abzubiegen. Von ihr aus schließen sich nach hinten die vibrierenden Membranen an, die nur durch schmale Adern getrennt werden (Harfe, Diagonalfeld und Spiegel:

KREIDL u. REGEN 1905). Die Flügelspitze wird als Apikalfeld bezeichnet. Als Schrillkante ist bei den Grillen der Flügelrand zwischen dem Schrilladerende und dem Ende der Axillarader ausgebildet. Für die Messungen blieb die Schrillkante außer Betracht, da sie biometrisch schlecht zu erfassen ist.

Bei den von mir untersuchten Grillen beginnen die Lamellen in der Regel gerade im Knie der Schrillader und besetzen den ganzen Querschenkel entweder bis knapp vor oder bis an das Schrilladerende. Bei *Acheta domestica* fällt die letzte Lamelle immer mit dem Aderende zusammen.

Die Deckflügel von *Gryllus campestris* wirken im Vergleich zu denen von *Gr. bimaculatus* (Abb. 3) sehr gedrungen. Dieser Eindruck wird vor allem durch das breit ausgebildete Lateralfeld hervorgerufen; aber auch der dorsale Flügelteil ist etwas breiter angelegt als bei *Gr. bimaculatus*. Die zierlichsten Elytren der drei hier untersuchten Grillenarten besitzt *Acheta domestica*. Die Proportionen entsprechen etwa denen von *Gr. bimaculatus*.

Die großen vibrierenden Flächen befähigen die Grillen zu ihrem lauten und durchdringenden Gezirp.

b) Laubheuschrecken

Ein ganz anderes Bild bieten die Vorderflügel der Laubheuschrecken (Abb. 4). Bei ihnen kann man zwar auch noch ein Lateral- und ein Dorsalfeld unterscheiden, doch sind die Proportionen im Vergleich zu den Grillen sehr stark verschoben. Das Dorsalfeld setzt im basalen Flügelteil noch breit an, etwa gleich breit wie das Lateralfeld, nimmt jedoch gegen die Flügelspitze hin schnell an Breite ab, so daß der dorsale Flügelteil bei den Laubheuschrecken in der Regel wie ein spitzwinkeliges Dreieck mit zwei lang ausgezogenen Seiten (die eine Seite bildet der innere Flügelrand, die andere die Medianader) wirkt. Die Flügel überdecken sich nur in diesem kleinen dorsalen Teil, und zwar liegt, im Gegensatz zu den Grillen, der linke über dem rechten. Gegen die Flügelspitze hin berühren sich nur noch die inneren Flügelränder, die Flügel sind also gibelartig gegeneinandergestellt.

Das Lautorgan ist auf den Basalteil der Vorderflügel zurückgedrängt. Die Schrillader verläuft in ihrem Anfang nicht mehr wie bei den Grillen parallel zur Medianader, sondern wendet sich schon sehr bald in einem mehr oder weniger starken Bogen dem inneren Flügelrand zu. Die große Spiegelzelle schließt sich nach hinten

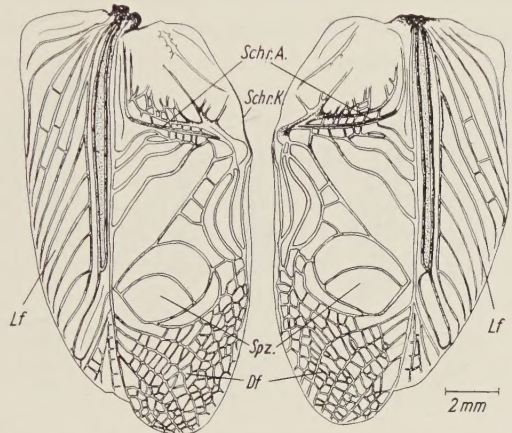


Abb. 3. Linker und rechter Vorderflügel eines Männchens von *Gryllus bimaculatus*. Df Dorsalfeld; Lf Lateralfeld; Schr.A. Schrillader; Schr.K. Schrillkante; Spz. Spiegelzelle.

an den horizontal verlaufenden Teil der Schrillader an. Dieser Resonanzboden ist noch auf beiden Flügeln angelegt, richtig membranös ausgebildet ist er jedoch nur noch auf dem rechten, unteren. Auf dem linken Flügel ist die Spiegelzelle meist schon ziemlich kräftig ausgefärbt, derber, und vor allem ist eine Tendenz der einfassenden Adern festzustellen, in dieses Feld hinein Äste zu schicken. Einen weiteren Unterschied kann man in der Ausbildung der Schrillader beobachten. Sie ist am linken, oberen Flügel kräftiger und dicker als die inaktive Schrillader des rechten Flügels. Die Schrillkante hebt sich auf dem rechten Flügel als eine etwas stärker

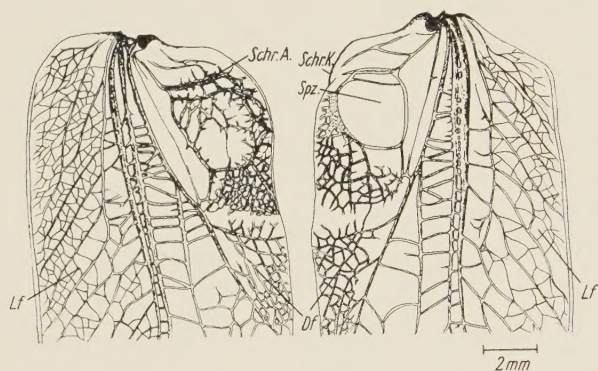


Abb. 4. Linker und rechter Vorderflügel eines Männchens von *Tettigonia cantans*.

gefärbte und kräftiger ausgebildete Strecke des Flügelrandes unmittelbar über dem Schrilladerende ab (Abb. 4). Auch sie ist biometrisch kaum zu erfassen und wurde daher bei meinen Untersuchungen nicht weiter berücksichtigt.

Man ist nach all dem geneigt, die Lautorgane der Laubheuschrecken als die gegenüber den Grillen spezialisierten anzusehen. Bei

den Grillen sind sie links und rechts gleich ausgebildet, obwohl nur eine Garnitur benutzt wird. Bei den Laubheuschrecken ist auf dem einen Flügel die Schrilleiste, auf dem anderen die schwingende Membran und die Schrillkante gut entwickelt, und die nicht benutzten Teile sind nur mehr rudimentär angelegt.

Die Vorderflügel von *Tettigonia viridissima* und *Tett. cantans* (Abb. 4) unterscheiden sich besonders in der Länge. Während sie bei der ersten Art sehr lang sind und dadurch schmal erscheinen, wirken die Vorderflügel von *Tett. cantans* durch ihre verhältnismäßig geringe Länge sehr breit. Die Schrilladern nehmen bei beiden Arten ungefähr den gleichen Verlauf. Die Lamellen verteilen sich auf der linken Schrillader auf die Strecke zwischen der Beuge bis knapp vor das Schrilladerende. Auf der Schrillader der rechten Seite reichen die Lamellen bis über die Biegung der Ader hinauf und wieder bis fast an das distale Aderende. Bei *Tett. viridissima* zeigen sich erste Anfänge eines Übergreifens von Aderästen in die Spiegelzelle des linken Flügels. Diese Entwicklung ist bei *Tett. cantans* schon weiter fortgeschritten und die Region des Lautorganes auch kräftiger ausgefärbt.

Zwischen den Vorderflügeln von *Conocephalus fuscus* und *Con. dorsalis* bestehen ähnliche Unterschiede wie bei den *Tettigonia*-Arten. Während die Flügel von *Con. fuscus* eine beträchtliche Länge erreichen, sind die von *Con. dorsalis* kürzer, wirken aber doch nicht breit. Bei beiden Arten ist das Lautorgan klar aufgebaut; die Adern verzweigen sich nicht, so daß sowohl rechts als auch links die Spiegelzelle

deutlich hervortritt. Als Besonderheit ist für die Gattung *Conocephalus* zu erwähnen, daß beiderseits eine Ader quer durch den Spiegel verläuft und mit der Schrillader einen spitzen Winkel bildet (s. auch ROY-NOEL), eine Ader, die bei allen übrigen Laubheuschrecken mehr oder weniger parallel zur Schrillader liegt. Die linken Schrilladern sind von gerade oberhalb der Biegung bis kurz vor das Aderende mit Lamellen besetzt. Auf den rechten Flügeln ist die Biegung der Schrilladern nicht so stark wie links, was für alle Laubheuschrecken gilt. Die Lamellen verteilen sich auch hier wieder von ungefähr der Mitte der Biegung bis knapp vor das Aderende. Die Entfernung der letzten Lamelle vom Schrilladerende ist rechts größer als links.

Von den drei untersuchten Arten der Gattung *Metrioptera* sind sich in der Form und Größe der Flügel *Metr. (Bicolorana) bicolor* und *Metr. (Roeseliana) roeselii* am ähnlichsten. Die Vorderflügel von *Metr. brachyptera* sind etwas kleiner und vor allem nicht in ihrer ganzen Länge gleich breit. Sofort hinter der Spiegelzelle werden sie merklich schmaler, der Flügelrand zieht nach innen, und die Medianader kommt ihm mit einem Knick entgegen. Bei *Metr. roeselii* und *Metr. brachyptera* ist auf dem linken Flügel die Spiegelzelle noch klar zu erkennen, während sie bei *Metr. bicolor* nur mehr verschwommen angelegt und ganz mit Äderchen durchzogen ist. Die Schrilladern haben bei allen drei Arten ungefähr den gleichen Verlauf. Auf den linken Flügeln bilden die beiden Schenkel der Schrillader einen rechten Winkel miteinander, auf der rechten Seite ist dieser Winkel stumpf. Links wie rechts reichen die Lamellen von knapp in oder nach der Biegung bis ziemlich unmittelbar vor das Schrilladerende.

Die Vorderflügel von *Decticus verrucivorus* wirken in ihrem Aufbau sehr klar. Am linken Flügel ist die Umgrenzung der Spiegelzelle noch zu erkennen, aber durch Aderverzweigungen etwas verwischt. Am rechten Flügel ist der Spiegel gut ausgebildet, seitlich nach hinten gegen die Medianader zu setzt an ihn eine zweite kleinere Membran an, erst den Rest des dorsalen Flügelteiles erfüllt verästeltes Geäder. Die Lamellen beginnen bei *Dect. verrucivorus* auf beiden Schrilladern verhältnismäßig nahe am Aderbeginn, es ist jeweils das ganze Knie bis in die Gerade hinein mit Lamellen besetzt. Links reichen die Lamellen weiter gegen das Aderende hin als rechts.

Die Flügel von *Gampsocleis glabra* (Abb. 5) gleichen weitgehend denen von *Decticus*, sie sind noch klarer gegliedert. Der Spiegel ist auf beiden Seiten deutlich, nur rechts zwischen kräftigere Adern gespannt. Rechts ist wieder, wie schon bei *Decticus*, im Anschluß an die Spiegelzelle gegen die Medianader hin eine zweite Membran zwischen Adern gefaßt. Auch der restliche dorsale Flügelteil ist nur wenig von Äderchen durchzogen. Vielleicht können der klare Aufbau und der dop-

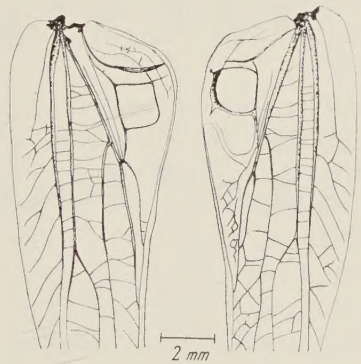


Abb. 5. Linker und rechter Vorderflügel eines Männchens von *Gampsocleis glabra*.

pelte Spiegel des rechten Flügels für den sehr lauten Gesang dieser Laubheuschreckenart verantwortlich gemacht werden. Die Schrillader des linken Flügels von *Gamps. glabra* weist eine Besonderheit auf. Sie ist nicht gerade durchgehend, sondern macht vom Flügelansatz her zuerst einen etwas stärker gekrümmten und daran anschließend einen flachen Bogen. Der Flachbogen ist bis nahe an das distale Ende mit Lamellen bestanden, der andere Bogen bis etwa zur Hälfte. Auf der Schrillader des rechten Flügels reichen die Lamellen gewöhnlich bis weit über die Biegung hinaus.

Pholidoptera aptera und *Phol. griseoptera* weichen in der Form ihrer Vorderflügel sehr stark von den bisher besprochenen Arten ab. Die Flügel beider Arten sind mehr oder weniger rund. Das Lautorgan ist gut ausgebildet, aber der übrige Flügel, sowohl das Lateral- als auch das Apikalfeld, ist weitgehend reduziert. Auf den linken Flügeln ist der Spiegel nur mehr äußerst schwach angedeutet. Bei *Phol. aptera* ist dieser Bereich von Äderchen durchzogen. An der Schrillader des linken Flügels sind bei beiden Arten nicht mehr wie bisher zwei Schenkel festzustellen, sondern sie bildet einen durchgehenden schwach gekrümmten Bogen. Ziemlich nahe am Aderbeginn sind auch schon die ersten Lamellen zu finden, mit denen die ganze Ader bis zu ihrem Ende besetzt ist. Im letzten Stückchen stehen die Lamellen nicht mehr geordnet in einer Reihe, sondern unregelmäßig verteilt in verschiedener Zahl im sogenannten Lamellenfeld. Die Schrillader des rechten Flügels verläuft wie bei den vorher angeführten Laubheuschreckenarten, jedoch beginnen auch hier die Lamellen schon ziemlich nahe am Aderanfang. Auf dem rechten Flügel fehlt das Lamellenfeld, die Lamellen reichen bis knapp vor das Schrilladerende.

Die Lamellen

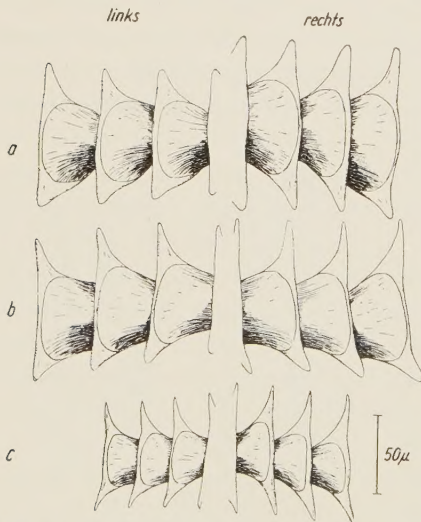


Abb. 6a—c. Die Lamellen der Grillen, jeweils drei linke und drei rechte; a *Gryllus campestris*; b *Gryllus bimaculatus*; c *Acheta domestica*.

Den Schrilladern sitzen kammartig die Lamellen auf, in der Regel kleine elliptische Plättchen, die mit einer Breitseite die Schrillader umgreifen. Die Plättchen stehen fast durchweg nicht senkrecht, sondern sind mit ihrer freien breiten Kante gegen den inneren Flügelrand (das Schrilladerende) hin geneigt.

a) Grillen

Die Lamellen der Grillen weichen in ihrem Bau von der elliptischen Grundform ab. Sie sind an ihren beiden Enden zu mehr oder weniger starken Spitzen ausgezogen, die über die Lamellenkante hinweg miteinander in Verbindung stehen. Die absolut größten Lamellen hat *Gr. campestris* (Abb. 6a), unmittelbar folgt *Gr.*

bimaculatus (Abb. 6b), während *Acheta domestica* (Abb. 6c) mit Abstand die kleinsten Lamellen hat. Im Vergleich zum eigentlichen Lamellenkörper sind bei *Acheta* die Spitzen besonders groß, nicht so bei *Gr. bimaculatus* und *Gr. campestris*. Bei den Grillen sind die Lamellen der linken und rechten Schrilleisten noch annähernd gleich groß. An den Lamellen der rechten, aktiven Schrillader sind die gegen die Flügelbasis gerichteten Spitzen etwas stärker ausgezogen als die entgegengesetzten.

b) Laubheuschrecken

Die Grundform der Lamellen ist am schönsten bei *Decticus verrucivorus* (Abb. 7a) verwirklicht. Die freie Lamellenkante wird von einem schmalen Saum umgeben, der sich besonders bei den Lamellen der rechten Schrilleiste an den gegen den Flügelansatz gerichteten Enden etwas verstärkt. Im Gegensatz zu den Grillen sind die Lamellen beider Schrilleisten deutlich verschieden groß. Sehr ähnlich, nur etwas weniger hoch sind auch die Lamellen von *Tett. cantans* (Abb. 7b); der Größenunterschied zwischen links und rechts ist hier noch auffallender. Die größten Lamellen überhaupt hat *Tett. viridissima* (Abb. 7c). Trotz ihrer Größe wirken sie verhältnismäßig niedrig. Auch hier sind wie bei *Decticus* die gegen die Flügelbasis gerichteten Lamellenenden der rechten Schrillader leicht verstärkt. Der Unterschied der Lamellen beider Seiten ist beträchtlich.

Pholidoptera aptera (Abb. 7d) hat ähnliche Lamellen wie *Tett. viridissima*. Die freie Kante ist abgeplattet, die gegen den Flügelansatz gerichteten Lamellenenden tragen Spitzen, während die entgegengesetzten stumpfer sind. Die Lamellen sind kleiner als die der vorhergehenden Arten. Der Unterschied zwischen links und rechts ist weniger groß als bei *Tett. viridissima*. *Phol. griseoptera* (Abb. 7e) hat noch kleinere Lamellen; auch sie haben gegen die Flügelbasis hin stärkere Spitzen als auf der entgegengesetzten Seite.

Etwas fremdartig wirken die niederen und in ihrer ganzen Länge fast gleich breiten Lamellen von *Gampsocleis glabra* (Abb. 7f). Der freien Längsseite sitzt eine Kante auf, die sich besonders an dem der Flügelbasis zugewandten Ende etwas verbreitert. Die rechte Schrilleiste trägt kürzere, dafür aber höhere Lamellen als die linke.

Die drei *Metrioptera*-Arten bilden den Übergang zu der breiten Lamellenform von *Conocephalus*. Die Grundform der Lamellen von *Metr. brachyptera* (Abb. 7g) ist länglich elliptisch, allerdings mit kräftig ausgezogenen Spitzen gegen die Flügelbasis hin. Zwischen links und rechts besteht ein markanter Größenunterschied. Die Lamellen der linken Schrillader von *Metr. bicolor* (Abb. 7h) sind schön elliptisch und haben, im Gegensatz zu den kleineren Lamellen der rechten Seite, fast keine verstärkten Enden. *Metr. roeselii* (Abb. 7i) besitzt besonders rechts breite und gegen die Flügelbasis zugespitzte Lamellen. Links stehen die Lamellen schräg auf der Schrillader und sind deutlich größer als die der rechten Seite.

Die Lamellen der beiden *Conocephalus*-Arten wirken nicht mehr wie kleine Plättchen, sondern wie auf der Schrillader sitzende Kegel mit elliptischem Grund-

riß. Bei *Con. dorsalis* (Abb. 7k) ist die Lamellenbasis noch länglich. In der Mitte der Lamellen der linken Schrilleiste verläuft ein Längskiel. Bei den Lamellen der rechten Seite ist dieser Kiel verkürzt und flächig gestaltet. *Con. fuscus* (Abb. 7l)

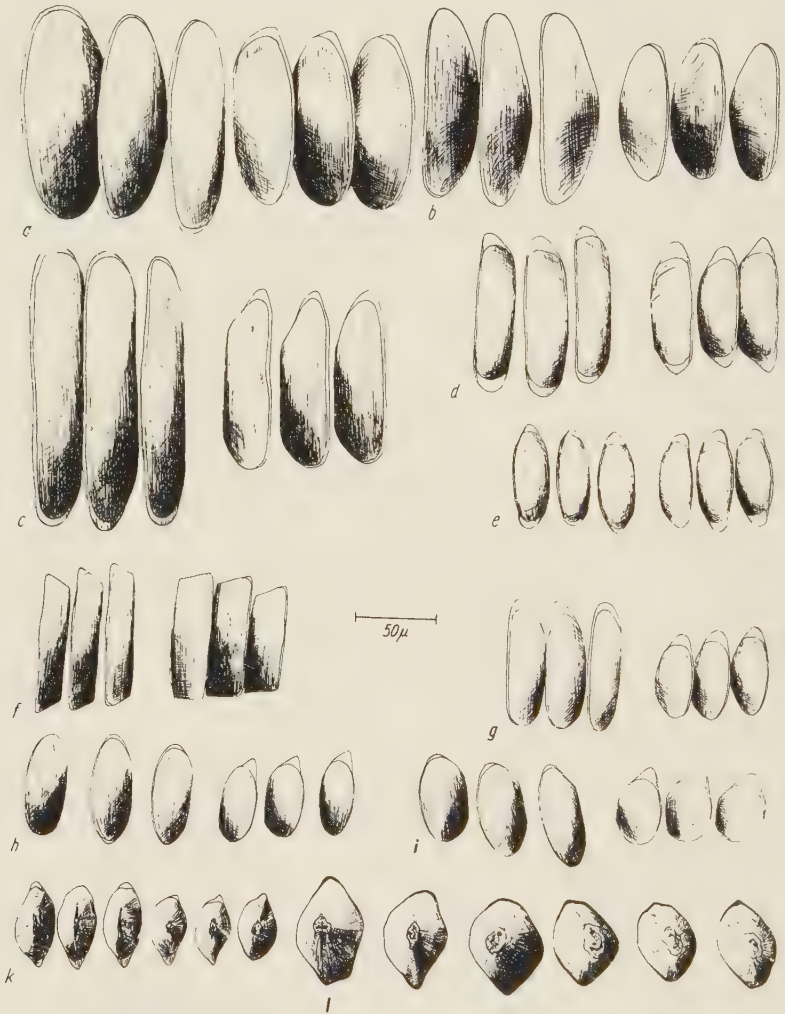


Abb. 7a—l. Die Lamellen der Laubheuschrecken, jeweils drei linke und drei rechte: a *Decticus verrucivorus*; b *Tettigonia cantans*; c *Tettigonia viridissima*; d *Pholidoptera aptera*; e *Pholidoptera griseoaptera*; f *Gampsocleis glabra*; g *Metrioptera brachyptera*; h *Metrioptera (Bicolorana) bicolor*; i *Metrioptera (Roeseliana) roeselii*; k *Conocephalus dorsalis*; l *Conocephalus fuscus*.

aber hat breite, rundliche Kegel mit abgestumpften Spitzen. Der Unterschied zwischen den „Lamellen“ beider Seiten ist nicht sehr hervorstechend. Durch die breite Basis nehmen die Lamellen von *Con. fuscus* viel Raum ein und stehen locker; die Lamellendichte ist daher gering.

Biometrische Untersuchungen

a) Grillen

1. *Acheta domestica* (Zuchttiere)

Nach den Meßergebnissen (Tabelle 1 und 2) sind Prothorax und Hinterschenkel bei den Männchen erheblich kürzer als bei den Weibchen. Noch im Zufallsbereich liegen die Geschlechtsunterschiede in der Länge der Vorderflügel, sehr schwach gesichert sind sie bei den Hinterflügeln. Linke und rechte Flügel sind in beiden Geschlechtern gleich lang.

Tabelle 1. *Acheta domestica* ♀♀

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	2,83	2,7 - 3,0	0,0948	0,0300	0,90	0,001
Hsch.L.	9,61	9,2—10,0	0,2767	0,0875		< 0,0002
Vfl. l.	10,42	9,5—11,5	0,7005	0,2215		0,62
Vfl. r.	10,38	9,6—11,3	0,5977	0,1890		0,46
Hfl. l.	18,92	16,8—20,6	1,2620	0,3991	0,92	0,01
Hfl. r.	18,86	16,7—20,7	1,3200	0,4174		0,01

Im Aufbau des Musikapparates (Länge der Schrilladern und der Schrillleisten, Abstand der ersten Lamellen vom Aderbeginn) gibt es keine gesicherten Unterschiede zwischen links und rechts (Abb. 8). Die Schrillleisten machen links 66,3 %, rechts 65,8 % der zugehörigen Schrilladern aus. Die Heimchen haben unter den von mir untersuchten Laubheuschrecken- und Grillenarten die meisten Lamellen, auch die Lamellendichte ist mit 70,28 Lam./mm links und 69,31 Lam./mm rechts von allen untersuchten Arten am höchsten. Die geringe Differenz zwischen links und rechts ist zufällig.

Tabelle 2. *Acheta domestica* ♂♂

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	2,54	2,1— 3,3	0,2445	0,0446	1,00
Hsch.L.	8,60	7,6—10,0	0,5863	0,1070	
Vfl. l.	10,55	9,1—12,3	0,7220	0,1318	
Vfl. r.	10,55	9,2—12,2	0,6606	0,1206	
Hfl. l.	17,12	12,4—19,7	1,9175	0,3501	0,93
Hfl. r.	17,08	12,4—19,9	1,8700	0,3414	
Schr.A. l.	4,63	3,9— 5,2	0,2975	0,0543	0,51
Schr.A. r.	4,68	3,9— 5,2	0,3014	0,0550	
Schr.L. l.	3,07	2,5— 3,7	0,2698	0,0492	0,88
Schr.L. r.	3,08	2,7— 3,6	0,2311	0,0421	
A.beg. l.	1,54	1,2— 1,8	0,1520	0,0277	0,17
A.beg. r.	1,60	1,2— 2,0	0,1732	0,0316	
A.ende l.					0,59
A.ende r.					
Lam.Z. l.	215,73	193—260	16,3700	2,9650	
Lam.Z. r.	213,50	185—252	15,1900	2,7740	

Sowohl PROCHNOW (1908) als neuerdings auch PIERCE (1948) geben die Zahl der Lamellen beim Heimchen mit 140 bzw. 133 viel zu niedrig an. Diese Zahlen liegen noch erheblich unter den kleinsten Werten, die ich feststellen konnte. Ebenso ist auch der von PIERCE für die Schrillleiste angegebene Wert von 1,9 mm zu klein. Auf welches Material sich diese Angaben stützen, ist mir unbekannt.

2. *Gryllus campestris*

Auf einer Lehrwanderung des hiesigen Institutes nach Istrien sammelte ich bei Lovran (Opatija) 14 Männchen und 10 Weibchen von *Gryllus campestris*¹⁾. Ihnen stellte ich 22 Männchen aus der Umgebung von München gegenüber.

Tabelle 3. *Gryllus campestris* ♀♀. Lovran/Istrien

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	4,46	4,0—4,7	0,2413	0,0763		0,018
Hsch.L.	10,59	9,1—11,6	0,6488	0,2052		0,0035
Vfl. l.	14,03	12,2—16,2	1,2130	0,3835	0,96	0,045
Vfl. r.	14,05	12,6—15,5	0,8210	0,2596		0,06
Hfl. l.	13,19	11,3—15,1	0,9712	0,3071	0,92	0,03
Hfl. r.	13,24	11,3—14,9	1,0890	0,3443		0,03

Zuerst wenden wir uns den Tieren aus Istrien zu:

Bei den Weibchen liegen die Mittelwerte der Prothorax- und Hinterschenkel-längen höher als bei den Männchen. Die Differenzen halten sich in beiden Fällen im Bereich der Streuung, kommen jedoch besonders bei der Hinterschenkellänge hart an die Grenze. Die Vorder- bzw. Hinterflügel sind bei beiden Geschlechtern in der Regel gleich lang; weder bei den Männchen noch bei den Weibchen gibt es Unterschiede zwischen rechts und links. Männchen und Weibchen unterscheiden sich in keiner der gemessenen Größen.

Der Rechts-Links-Vergleich des männlichen Lautorganes ergab im einzelnen folgendes: Die Schrilladern erreichen beträchtliche Längen und sind im Mittel rechts und links fast gleich lang. Links sind 63,98 %, rechts 65,03 % der Schrillader (Abb. 8) mit Lamellen bestanden. Im Abstand der ersten Lamelle vom Schrilladerbeginn bestehen keine Unterschiede; die Lamellen reichen auf beiden Flügeln bis nahe an das Schrilladerende heran.

Auch in der Lamellenzahl gibt es keinen Unterschied zwischen links und rechts. Die Lamellendichte beträgt links 33,23 und rechts 32,91 Lamellen pro Millimeter.

Diesen Werten für die Männchen aus Istrien stelle ich die Meßergebnisse an bayerischen Feldgrillen gegenüber: Die Differenz der Prothoraxgrößen liegt eben noch im Bereich der Streuung ($P = 0,007$). Die Hinterschenkel sind gleich lang ($P = 0,15$), aber die Männchen aus Istrien haben längere Flügel als die aus Oberbayern. Bei den Vorderflügeln ist die Differenz ($P_l = 0,0018$ und $P_r = 0,004$) nicht so hervorstechend wie bei den Hinterflügeln ($P_l = < 0,0002$ und $P_r = < 0,0002$).

1) Für die Bestimmung der Tiere aus Istrien bin ich Herrn Prof. Dr. EBNER, Wien, sehr zu Dank verpflichtet.

Tabelle 4. *Gryllus campestris* ♂♂. Lovran

n = 14		Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.		4,20	3,9—4,9	0,2481	0,0663	
Hsch.L.		9,84	9,0—10,7	0,4620	0,1234	
Vfl.	l.	14,93	13,8—16,7	0,8268	0,2209	0,60
Vfl.	r.	14,76	13,4—16,2	0,8572	0,2291	
Hfl.	l.	12,27	10,7—14,3	0,9254	0,2473	0,91
Hfl.	r.	12,31	10,9—14,2	0,8862	0,2368	
Schr.A.	l.	7,05	6,3—7,8	0,3797	0,1015	0,76
Schr.A.	r.	7,09	6,5—7,6	0,3348	0,0895	
Schr.L.	l.	4,51	4,0—5,3	0,3173	0,0848	0,40
Schr.L.	r.	4,61	4,1—5,1	0,3049	0,0815	
A.beg.	l.	2,54	2,2—3,1	0,2646	0,0707	0,30
A.beg.	r.	2,46	2,3—2,7	0,1017	0,0272	
A.ende	l.	0,01	0,0—0,1	0,0269	0,0072	0,47
A.ende	r.	0,02	0,0—0,1	0,0426	0,0114	
Lam.Z.	l.	149,93	137—163	7,7310	2,0660	0,55
Lam.Z.	r.	151,71	140—166	7,6300	2,0390	

Die Schrilladern beider Seiten sind ebenfalls bei den Grillen aus Lovran merklich länger ($P_l = 0,0004$; $P_r = 0,0006$), nicht jedoch die Schrilleisten (P_l und $P_r = 0,18$). Im Abstand der ersten Lamelle vom Schrilladerbeginn ist wieder eine deutliche Differenz zwischen den Vertretern beider Fundorte zu erkennen (P beiderseits $< 0,0002$). Die letzte Lamelle fällt häufig mit dem Aderende zusammen oder ist nur wenig davon entfernt (keine sicheren Unterschiede, $P_l = 0,07$; $P_r = 0,64$). Die Lamellenzahlen aber sind bei den istrischen Tieren erheblich höher als bei den hiesigen (P beiderseits $\ll 0,0002$); entsprechend steht der Lamellendichte von 33,23 links bzw. 32,91 rechts bei den Lovran-Tieren eine Dichte von 31,3 auf beiden Seiten bei den einheimischen Feldgrillen gegenüber. Greifbare Unterschiede zwischen links und rechts konnte ich nicht feststellen.

Tabelle 5. *Gryllus campestris* ♂♂. Oberbayern

n = 22		Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.		3,90	3,2—4,5	0,3691	0,0787	
Hsch.L.		9,53	8,0—10,8	0,6711	0,1465	
Vfl.	l.	13,68	12,1—16,0	1,0860	0,2316	0,79
Vfl.	r.	13,67	12,2—16,0	1,1005	0,2346	
Hfl.	l.	10,13	8,6—12,6	1,0840	0,2311	1,00
Hfl.	r.	10,13	8,3—12,5	1,1260	0,2400	
Schr.A.	l.	6,52	5,8—7,2	0,4148	0,0884	0,58
Schr.A.	r.	6,59	5,9—7,3	0,4190	0,0893	
Schr.L.	l.	4,35	3,8—5,0	0,2972	0,0634	0,62
Schr.L.	r.	4,40	3,7—5,1	0,3546	0,0756	
A.beg.	l.	2,12	1,7—2,7	0,2487	0,0530	0,80
A.beg.	r.	2,15	1,6—2,6	0,2502	0,0533	
A.ende	l.	0,05	0,0—0,2	0,0740	0,0158	0,37
A.ende	r.	0,03	0,0—0,2	0,0716	0,0153	
Lam.Z.	l.	136,18	121—159	9,7910	2,0870	0,58
Lam.Z.	r.	137,77	124—161	8,9290	1,9035	

Die von COUSIN (1940, 1946, 1954) an *Gr. campestris* gemessenen Werte decken sich weder mit den Befunden an den oberbayerischen noch an den istrischen Tieren. Vermutlich handelt es sich auch hierbei um regional bedingte Variationen. Die französischen Männchen haben einen längeren Prothorax ($P < 0,0002$) und längere Hinterschenkel ($P \ll 0,0002$) als die aus Lovrana. Nicht unterscheiden sich die Vorder- ($P = 0,32$) und Hinterflügel ($P = 0,016$). Zwischen den Weibchen aus Istrien und Frankreich besteht ein signifikanter Unterschied nur in der Hinterflügelänge ($P = 0,0005$), und zwar haben die istrischen Tiere die längeren Hinterflügel. Männchen aus Oberbayern und Frankreich zeigen bedeutende und gesicherte Differenzen sowohl in der Prothorax- und Hinterschenkellänge als auch in der Länge beider Flügelpaare (P immer $< 0,0002$) zugunsten der französischen Tiere.

3. *Gryllus bimaculatus*

Auch diese Grillenart konnte ich in einer Zucht entnehmen. Weder in der Prothorax- noch in der Hinterschenkellänge bestehen zwischen Männchen und Weibchen gesicherte Unterschiede. Die Mittelwerte für die Vorderflügel der Männ-

Tabelle 6. *Gryllus bimaculatus* ♀♀

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	3,88	3,5—4,3	0,2201	0,0696		0,16
Hsch.L.	10,67	10,0—11,9	0,5832	0,1844		0,06
Vfl. l.	14,62	14,1—15,1	0,3706	0,1172	0,18	0,15
Vfl. r.	14,86	14,2—15,5	0,4061	0,1284		0,66
Hfl. l.	23,47	22,6—24,2	0,6000	0,1898		0,0005
Hfl. r.	23,19	22,0—24,1	0,7809	0,2470	0,39	0,0027

chen liegen etwas höher als für die der Weibchen, doch sind die Differenzen nicht echt. Anders verhält es sich mit den Hinterflügeln, die bei den Weibchen merklich länger sind. Unterschiede zwischen links und rechts treten bei keinem der beiden Flügelpaare, weder bei den Männchen noch bei den Weibchen auf.

Für die bisher genannten Werte ist der Schwankungsbereich bei den Weibchen jeweils geringer als bei den Männchen.

Die Schrilladern beider Vorderflügel der Männchen sind annähernd gleich lang (Abb. 8); die linke Schrilleiste nimmt 62,88 %, die rechte Schrilleiste 63,46 % der zugehörigen Ader ein. Es gibt keine gesicherte Differenz zwischen links und rechts. Der Abstand der ersten Lamelle vom Schrilladerbeginn ist links und rechts fast gleich. Das Schrilladerende und die letzte Lamelle fallen zusammen oder es ist nur ein geringer Abstand festzustellen. Auch hier unterscheiden sich die beiden Seiten kaum. Die Mittelwerte der Lamellenzahlen sind links und rechts gleich; entsprechend ergibt sich für links eine Lamellendichte von 31,5 und für rechts eine solche von 30,94.

Zusammenfassend kann man für *Gr. bimaculatus* sagen: Es ist weder bei den Männchen noch bei den Weibchen ein Unterschied zwischen rechts und links fest-

Tabelle 7. *Gryllus bimaculatus* ♂♂

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	3,69	3,0— 4,8	0,4046	0,0739	
Hsch.L.	9,98	8,0—12,1	1,0080	0,1841	
Vfl. l.	15,23	12,2—17,4	1,2480	0,2278	0,52
Vfl. r.	15,03	12,4—17,0	1,1735	0,2143	
Hfl. l.	20,62	14,9—26,2	2,3180	0,4233	
Hfl. r.	20,78	15,5—26,1	2,2005	0,4018	0,79
Schr.A. l.	6,79	6,2— 7,7	0,4376	0,0799	
Schr.A. r.	6,87	6,2— 7,8	0,4863	0,0888	0,51
Schr.L. l.	4,27	3,7— 4,9	0,3279	0,0599	
Schr.L. r.	4,36	3,8— 5,1	0,2965	0,0541	0,27
A.beg. l.	2,47	2,0— 3,0	0,2559	0,0467	
A.beg. r.	2,48	1,8— 3,1	0,3101	0,0566	0,89
A.ende l.	0,04	0,0— 0,2	0,0067	0,0012	
A.ende r.	0,03	0,0— 0,2	0,0049	0,0009	0,62
Lam.Z. l.	134,53	122—148	7,3150	1,3360	
Lam.Z. r.	134,90	102—149	8,3890	1,5320	0,86

zustellen, der außerhalb der Zufallsgrenze liegt. Lediglich beim Vergleich von Männchen und Weibchen ergibt sich eine Differenz sowohl der rechten als auch der linken Hinterflügel zugunsten der Weibchen.

Auch mit dieser Art stellte COUSIN (1940, 1946, 1954) Untersuchungen an, kam aber zu etwas anderen Resultaten. Die von ihr ermittelten Werte für Prothorax-, Hinterschenkel- und Flügel-längen liegen in der Regel nicht unerheblich über meinen Messungsergebnissen. P ist beim Vergleich von ♂♂ und ♀♀ für alle Größen kleiner als 0,0002. Diese Unterschiede beruhen vielleicht darauf, daß die Zucht, der ich die Tiere entnahm, bereits über 4 Jahre ohne Auffrischung besteht. Meine Messungen bei dieser Art sind also nur von bedingtem Wert, wohl aber vielleicht von Interesse für die Beurteilung einer langdauernden Inzucht.

Die Untersuchungen an *Ach. domestica*, *Gr. campestris* und *Gr. bimaculatus* haben keinen außerhalb des Zufallsbereiches liegenden Unterschied zwischen links und rechts ergeben. Unter den 96 von mir gemessenen Männchen war ein einziges (und zwar *Gr. campestris*), bei dem nicht wie üblich der rechte Flügel oben lag, sondern umgekehrt. Bei den Weibchen scheint dies häufiger vorzukommen (s. auch KEIL-BACH 1935), denn von 10 gemessenen *Gr. bimaculatus*-Weibchen aus der Zucht waren drei invers. Unter je 10 Weibchen von *Gr. campestris* (Lovran) und *Ach. domestica* hatte jeweils eines den linken Flügel oben liegen.

b) Laubheuschrecken

Während also bei den von mir untersuchten Grillen noch zwei spiegelbildlich gleiche Lautorgane vorhanden sind, ist bei den Laubheuschrecken ein mehr oder weniger starker Unterschied zwischen links und rechts festzustellen. Auf dem linken, oberen Flügel ist die Schrillader mit ihren ventral gelegenen Lamellen vorzüglich ausgebildet und der Spiegel meist nur angedeutet. Auf dem rechten Flügel herrscht dagegen die scharf umgrenzte Spiegelzelle vor, während die Schrillader wohl vorhanden, jedoch nur schwach angelegt und ventral mit weniger Lamellen bestanden ist als links.

4. *Tettigonia viridissima*,

das große grüne Heupferd, ist die größte unserer einheimischen Laubheuschrecken. Von dieser Art untersuchte ich Männchen aus der weiteren Umgebung Münchens einerseits und aus Mömbris im Vorspessart andererseits. Die Weibchen stammen aus dem Münchener Gebiet.

Tabelle 8. *Tettigonia viridissima* ♀♀. Oberbayern

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	7,62	6,5—8,6	0,4366	0,1381		0,001
Hsch.L.	26,33	24,5—28,1	1,2080	0,3821		< 0,0002
Vfl. l.	49,16	43,0—53,7	2,9970	0,9478	0,88	< 0,0002
Vfl. r.	48,95	42,7—53,5	2,9270	0,9256		< 0,0002
Hfl. l.	46,72	40,0—51,8	3,3140	1,0480	0,89	< 0,0002
Hfl. r.	46,51	39,7—51,4	3,4530	1,0920		< 0,0002

Tabelle 9. *Tettigonia viridissima* ♂♂. Oberbayern

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	7,09	6,2—7,7	0,3722	0,0679	
Hsch.L.	24,08	22,3—26,4	0,9570	0,1747	
Vfl. l.	44,35	41,5—48,6	1,8400	0,3360	
Vfl. r.	44,20	41,1—48,8	1,7880	0,3265	0,75
Hfl. l.	41,86	39,1—45,8	1,6820	0,3071	
Hfl. r.	41,84	39,6—46,2	1,6490	0,3011	0,96
Schr.A. l.	4,36	3,8—4,8	0,2761	0,0504	
Schr.A. r.	3,83	3,5—4,2	0,2033	0,0371	≪ 0,0002
Schr.L. l.	2,54	2,2—3,0	0,2111	0,0385	
Schr.L. r.	1,84	1,5—2,1	0,1783	0,0325	≪ 0,0002
A.beg. l.	1,62	1,3—1,9	0,1602	0,0293	
A.beg. r.	1,77	1,4—2,2	0,2083	0,0380	0,002
A.ende l.	0,21	0,0—0,4	0,0945	0,0172	
A.ende r.	0,20	0,1—0,4	0,0616	0,0112	0,62
Lam.Z. l.	107,73	97—124	6,6740	1,2190	
Lam.Z. r.	63,57	52—80	5,4880	1,0020	≪ 0,0002

Die Männchen aus München werden von den Weibchen in allen gemessenen Größen erheblich übertroffen. Der Rechts-Links-Vergleich der Flügellängen von Männchen bzw. Weibchen untereinander ergab keine Differenzen.

Die Unterschiede zwischen rechts und links im Lautorgan der Männchen sind natürlich groß. So ist die rechte Schrillader in der Regel nur 87,85 % (Abb. 8) der Länge der linken. Ähnlich ist es mit der Schrilleiste: links 58,25 % der Schrilladerlänge, rechts 48,04 %.

Wegen weiterer Unterschiede verweise ich auf Tabelle 9. Begreiflicherweise ist besonders die Zahl der Lamellen auf der aktiven linken Schrillader bedeutend größer als auf der rechten. Die Lamellendichte beträgt links 42,4 Lam./mm, rechts 34,55 Lam./mm.

Der Vergleich der Männchen von *Tett. viridissima* aus München und dem Vorspessart ergab folgende Einzelheiten: Die Tiere unterschieden sich nicht in Pro-

thorax- ($P = 0,42$) und Hinterschenkellänge ($P = 0,54$); auch nicht in den Flügel-
längen ($P_V = 0,54$ und $0,37$ bzw. $P_H = 0,32$ und $0,32$). Bemerkenswert ist aber,
daß die Schrilladern beider Seiten bei den Tieren aus Unterfranken länger sind
($P_l \ll 0,0002$; $P_r = 0,0025$). Außerdem ergab sich ein gesicherter Unterschied beim
Vergleich der linken Schrilleisten ($P = 0,0005$). Die geringe Differenz der rechten
Schrilleisten liegt noch innerhalb des Zufallsbereiches ($P = 0,05$). Eine echte Ab-
weichung ließ sich links und rechts nachweisen für den Abstand der ersten Lamelle
vom Schrilladerbeginn ($P_l = 0,0027$; $P_r = 0,0002$). Links besteht noch ein schwach
gesicherter Unterschied im Abstand der letzten Lamelle vom Schrilladerende
($P = 0,01$), während rechts diese Größe für die Tiere aus beiden Gebieten gleich
ist. Erwähnenswert ist, daß sich in den Lamellenzahlen weder links noch rechts
Differenzen ergaben ($P_l = 0,84$; $P_r = 0,64$).

Bei den Tieren aus dem Vorspessart erbrachte der Rechts-Links-Vergleich
keine Unterschiede in den Flügelängen, während die Teile des Lautorganes auch
hier auf beiden Seiten sehr voneinander abweichen.

Tabelle 10. *Tettigonia viridissima* ♂♂. Vorspessart

n = 30	Mittel- wert	Extrem- werte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	7,17	6,3— 8,1	0,3789	0,0692	
Hsch.L.	24,24	21,7—25,9	0,9810	0,1822	
Vfl. l.	44,66	39,6—48,6	1,9340	0,3531	0,98
Vfl. r.	44,65	39,6—48,3	1,9755	0,3607	
Hfl. l.	42,34	37,5—45,3	1,7420	0,3181	0,90
Hfl. r.	42,28	37,3—45,6	1,7240	0,3148	
Schr.A. l.	4,75	4,3— 5,1	0,2161	0,0395	
Schr.A. r.	4,02	3,5— 4,6	0,2534	0,0462	$\ll 0,0002$
Schr.L. l.	2,74	2,4— 3,1	0,1831	0,0334	$\ll 0,0002$
Schr.L. r.	1,75	1,4— 2,1	0,1757	0,0321	
A.beg. l.	1,74	1,4— 2,1	0,1429	0,0261	$< 0,0002$
A.beg. r.	2,06	1,6— 2,4	0,1771	0,0323	
A.ende l.	0,27	0,1— 0,4	0,0740	0,0135	0,0002
A.ende r.	0,20	0,1— 0,3	0,0616	0,0112	
Lam.Z. l.	107,33	92—124	8,2650	1,5090	$\ll 0,0002$
Lam.Z. r.	64,23	57— 81	5,3370	0,9800	

Es lag nicht im Rahmen der vorliegenden Arbeit, dieses interessante Gebiet der
geographisch oder klimatisch bedingten Unterschiede bei Laubheuschrecken und
Grillen weiter zu verfolgen. Diese Beispiele zeigen aber bereits, daß Untersuchungen
dieser Art wertvolle Beobachtungen im Hinblick auf die Bildung von Rassen
erwarten lassen.

5. *Tettigonia cantans*

Tett. cantans ähnelt im Aussehen sehr stark *Tett. viridissima*; *cantans* hat
jedoch einen etwas zierlicheren Bau und vor allem kürzere Flügel, die in der Regel
das Abdomen nur wenig überragen (bei *Tett. viridissima* überragen sie sogar die
Hinterknie noch beträchtlich). Die Tiere habe ich vornehmlich in Südostbayern,
in der Gegend von Waging am See, gesammelt.

Tabelle 11. *Tettigonia cantans* ♀♀

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	6,91	6,6—7,5	0,3315	0,1048		0,10
Hsch.L.	21,13	19,7—22,7	0,8153	0,2578		< 0,0002
Vfl. l.	25,67	24,1—27,1	0,7920	0,2504	0,70	0,0005
Vfl. r.	25,81	24,4—27,2	0,8118	0,2567		0,0003
Hfl. l.	23,45	22,4—24,5	0,6399	0,2023	0,92	≤ 0,0002
Hfl. r.	23,42	22,3—24,5	0,7005	0,2215		≤ 0,0002

Der zierlichere Bau kommt schon in den Prothorax- und Hinterschenkellängen zum Ausdruck. Die Differenz der Prothoraxlängen von Männchen und Weibchen ist zufällig, dagegen haben die Weibchen bedeutend längere Hinterschenkel und längere Flügel. Weder bei den Männchen noch bei den Weibchen gibt es in der Länge beider Flügelpaare einen gesicherten Rechts-Links-Unterschied.

Tabelle 12. *Tettigonia cantans* ♂♂

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	6,68	6,0—7,4	0,3736	0,0682	
Hsch.L.	19,84	18,3—21,9	0,7670	0,1424	
Vfl. l.	24,42	23,0—26,3	0,9329	0,1703	
Vfl. r.	24,45	23,0—26,3	0,9489	0,1733	0,90
Hfl. l.	21,15	19,8—23,0	0,9688	0,1769	
Hfl. r.	21,21	19,9—23,0	0,9248	0,1688	0,81
Schr.A. l.	4,66	4,0—5,2	0,2991	0,0546	
Schr.A. r.	3,97	3,6—4,6	0,2106	0,0385	≤ 0,0002
Schr.L. l.	2,78	2,4—3,2	0,2183	0,0399	
Schr.L. r.	1,84	1,6—2,3	0,1612	0,0294	≤ 0,0002
A.beg. l.	1,56	1,2—1,9	0,1732	0,0316	
A.beg. r.	1,88	1,5—2,3	0,1612	0,0294	≤ 0,0002
A.ende l.	0,31	0,2—0,4	0,0885	0,0161	
A.ende r.	0,24	0,1—0,4	0,0855	0,0156	0,0027
Lam.Z. l.	111,80	92—135	10,2730	1,8760	
Lam.Z. r.	64,63	52—79	6,1114	1,1163	≤ 0,0002

Die in Tabelle 12 angegebenen Seitenverschiedenheiten im Bau der Lautapparate erscheinen uns jetzt schon selbstverständlich. Die Länge der Schrilleiste entspricht links 59,65 % und rechts 46,34 % der gesamten Schrillader, die Lamellendichte ist links 40,22, rechts 35,12.

6. *Conocephalus fuscus*

Sämtliche Exemplare dieser grazilen, langflügeligen Art wurden am Nordufer des Maisinger Sees unweit Starnberg gefangen.

Wieder haben die Weibchen den längeren Prothorax und die längeren Hinterschenkel. Die geringen Unterschiede in den Längen der Vorder- und der Hinterflügel sind jedoch Zufallswerte.

Tabelle 13. *Conocephalus fuscus* ♀♀

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	3,57	3,3— 3,7	0,1703	0,0538		≤ 0,0002
Hsch.L.	12,31	11,6 —13,2	0,5685	0,1798		≤ 0,0002
Vfl. l.	15,47	13,7—16,8	1,0010	0,3166	0,87	0,52
Vfl. r.	15,56	13,1—17,0	1,2990	0,4108		0,44
Hfl. l.	16,10	14,1—17,6	1,1035	0,3490	0,97	0,09
Hfl. r.	16,08	14,0—17,8	1,1960	0,3783		0,12

Der Rechts-Links-Vergleich des männlichen Lautorganes ergab im einzelnen folgendes: Die rechte Schrillader macht im Mittel nur 83,85 % der Länge der linken Schrillader aus (Abb. 8). 66,24 % der linken und 62,1 % der rechten Schrillader sind mit Lamellen besetzt. *Con. fuscus* hat die niedrigsten Lamellenzahlen der von mir untersuchten Arten; die Lamellendichte ist mit 25,3 Lam./mm links und 24,38 Lam./mm rechts ebenfalls am geringsten.

Tabelle 14. *Conocephalus fuscus* ♂♂

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	3,32	3,0— 3,6	0,1502	0,0274	
Hsch.L.	11,33	10,5—12,5	0,4705	0,0859	
Vfl. l.	15,24	13,8—17,9	0,9496	0,1734	0,78
Vfl. r.	15,30	13,7—16,8	0,7679	0,1402	
Hfl. l.	15,42	13,7—17,3	0,9564	0,1746	0,62
Hfl. r.	15,53	14,4—17,4	0,7756	0,1416	
Schr.A. l.	2,28	2,1— 2,4	0,1007	0,0184	
Schr.A. r.	1,90	1,6— 2,2	0,1474	0,0269	≤ 0,0002
Schr.L. l.	1,51	1,3— 1,7	0,0938	0,0171	
Schr.L. r.	1,18	1,0— 1,6	0,1375	0,0251	≤ 0,0002
A.beg. l.	0,68	0,5— 0,9	0,1086	0,0198	
A.beg. r.	0,62	0,3— 0,9	0,1424	0,0260	0,07
A.ende l.	0,08	0,0— 0,1	0,0407	0,0074	
A.ende r.	0,10	0,0— 0,1	0,0322	0,0059	0,045
Lam.Z. l.	38,20	34—43	1,9720	0,3601	
Lam.Z. r.	28,77	26—34	2,0455	0,3735	≤ 0,0002

7. *Conocephalus dorsalis*

Diese Art ist ebenfalls sehr grazil gebaut, unterscheidet sich aber von *Con. fuscus* durch die viel kürzeren Flügel; sie sind kürzer als der Körper. Beide Arten fanden sich nebeneinander in hohem Gras und Schilf am verlandenden Maisinger See, jedoch ist *Con. dorsalis* seltener. Für die Messungen standen mir nur vier Männchen zur Verfügung.

Bei keinem der beiden Flügelpaare besteht ein Unterschied zwischen links und rechts. *Con. dorsalis* besitzt die kürzesten Schrilladern unter den gemessenen Arten. Die rechte Schrillader erreicht durchschnittlich 83,35 % (Abb. 8) der Länge der linken. 69,23 % der linken und 61,53 % der rechten Schrillader werden von der Schrilleiste eingenommen. Der Unterschied der Lamellenzahlen von links und rechts

Tabelle 15. *Conocephalus dorsalis* ♂♂

n = 4	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	2,95	2,8— 3,0	0,1000	0,0500	
Hsch.L.	9,78	9,1—10,6	0,6396	0,3198	
Vfl. l.	7,70	7,5— 8,0	0,2160	0,1080	0,60
Vfl. r.	7,80	7,5— 8,2	0,2944	0,1472	
Hfl. l.	5,62	4,9— 6,4	0,6343	0,3172	0,91
Hfl. r.	5,57	5,0— 6,2	0,5315	0,2657	
Schr.A. l.	1,95	1,9— 2,0	0,0577	0,0289	0,0004
Schr.A. r.	1,62	1,5— 1,7	0,0957	0,0479	
Schr.L. l.	1,35	1,3— 1,4	0,0577	0,0289	0,0002
Schr.L. r.	1,00	0,9— 1,1	0,0816	0,0408	
A.beg. l.	0,575	0,5— 0,6	0,0500	0,0250	0,74
A.beg. r.	0,55	0,4— 0,7	0,1291	0,0645	
A.ende l.	0,025	0,0— 0,1	0,0500	0,0250	0,19
A.ende r.	0,075	0,0— 0,1	0,0500	0,0250	
Lam.Z. l.	59,75	56—64	3,3040	1,6520	≪ 0,0002
Lam.Z. r.	40,50	38—44	2,5170	1,2582	

ist wie bei allen Laubheuschrecken beträchtlich; die Lamellendichte ist mit 44,26 bzw. 40,5 bei *Con. dorsalis* erheblich höher als bei *Con. fuscus*.

8. *Metrioptera* (*Roeseliana*) *roeselii*

Tiere dieser Art kommen bei uns äußerst häufig vor. Meist findet man sie an verhältnismäßig trockenem, hohem Gras auf Waldlichtungen. Die gemessenen Exemplare stammen aus Töging am Inn. Die Männchen sind kleiner als die Weib-

Tabelle 16. *Metrioptera* (*Roeseliana*) *roeselii* ♀♀

n = 40	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	4,54	4,1— 5,0	0,2382	0,0377		≪ 0,0002
Hsch.L.	16,78	15,6—18,1	0,5634	0,0891		≪ 0,0002
Vfl. l.	6,09	4,5— 8,2	0,8344	0,1319	0,92	≪ 0,0002
Vfl. r.	6,11	4,6— 8,1	0,8275	0,1309		≪ 0,0002
Hfl. l.	3,02	2,4— 5,0	0,5699	0,0901		0,18
Hfl. r.	3,02	2,4— 5,0	0,5729	0,0906	1,00	0,13

chen, das zeigt sich in den Prothorax- und Hinterschenkellängen. Dagegen haben die Männchen die längeren Vorderflügel, während bei den verkürzten Hinterflügeln die geringe Differenz im Zufallsbereich liegt. Ein Rechts-Links-Unterschied in der Länge beider Flügelpaare besteht in keinem Geschlecht. Bemerkenswert, aber auch für andere Orthopterengruppen bekannt, ist die starke Verkürzung der Hinterflügel bei allen drei hier untersuchten *Metrioptera*-Arten. In der Regel sind nur noch kleine Stummel vorhanden, während die Deckflügel im Vergleich dazu noch relativ gut ausgebildet sind.

Die rechte Schrällader ist auch bei dieser Art nur schwach und besitzt im Mittel 77,15 % (Abb. 8) der Länge der linken. Die linke Schrällader nimmt 53,05 %, die rechte 44,97 % der Länge der entsprechenden Schrällader ein. Der geringe Unter-

schied von links und rechts in den Abständen der ersten Lamellen vom Aderanfang liegt im Zufallsbereich, dagegen ist die Differenz der über die Lamellen hinausreichenden Teile der Schrilladern sehr gut gesichert. Die Lamellenzahlen beider Seiten weichen stark voneinander ab. *Metr. roeselii* hat nach *Acheta domestica* mit 54,14 Lam./mm links und 49,63 Lam./mm rechts die größte Lamellendichte unter den hier untersuchten Arten; vielleicht ist das, neben der Form der Singbewegung, doch irgendwie für das hohe Sirren des Gesanges von Bedeutung.

Tabelle 17. *Metrioptera (Roeselina) roeselii* ♂♂

n = 40	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	4,18	3,7— 4,6	0,2038	0,0322	
Hschl.	14,85	13,5—15,8	0,6609	0,1058	
Vfl. l.	8,35	7,2—10,0	0,6629	0,1048	
Vfl. r.	8,49	7,2—10,1	0,6664	0,1044	0,35
Hfl. l.	2,87	2,2— 4,2	0,3874	0,0612	
Hfl. r.	2,85	2,2— 4,1	0,3537	0,0559	0,81
Schr.A. l.	2,45	2,1— 2,8	0,1656	0,0261	
Schr.A. r.	1,89	1,5— 2,3	0,1745	0,0274	≪ 0,0002
Schr.L. l.	1,30	1,0— 1,6	0,1291	0,0204	
Schr.L. r.	0,85	0,5— 1,1	0,0987	0,0156	≪ 0,0002
A.beg. l.	0,97	0,6— 1,3	0,1421	0,0224	
A.beg. r.	0,94	0,6— 1,2	0,1674	0,0264	0,4
A.ende l.	0,18	0,1— 0,3	0,0501	0,0079	
A.ende r.	0,11	0,1— 0,2	0,0303	0,0048	≪ 0,0002
Lam.Z. l.	70,38	59—89	6,2250	0,9843	
Lam.Z. r.	42,18	32—47	3,5505	0,5616	≪ 0,0002

9. *Metrioptera brachyptera*

Die Tiere wurden in der Garchinger Heide bei München und bei Werfen/Österreich auf dem Weg zur Ostpreußenhütte gesammelt. Die Messungsergebnisse habe ich gemeinsam ausgewertet.

Der Größenunterschied zwischen Männchen und Weibchen ist wieder deutlich: längerer Prothorax und längere Hinterschenkel beim Weibchen. Die Vorderflügel sind dagegen gewöhnlich bei den Männchen etwas länger, doch ist der Unterschied gegenüber den Weibchen nur sehr schwach gesichert. Die Hinterflügel sind bei dieser

Tabelle 18. *Metrioptera brachyptera* ♀♀

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	4,42	4,1— 4,9	0,2700	0,0854		0,0002
Hsch.L.	17,47	16,6—19,0	0,8420	0,2663		< 0,0002
Vfl. l.	7,83	7,1— 8,6	0,5120	0,1620	0,68	0,004
Vfl. r.	7,92	7,4— 8,7	0,4566	0,1444		0,014
Hfl. l.	4,75	4,2— 5,5	0,4648	0,1470	0,96	0,48
Hfl. r.	4,76	4,2— 5,4	0,4222	0,1335		0,42

Art etwas weniger rückgebildet als bei *Metr. roeselii*; sie sind bei Männchen und Weibchen annähernd gleich lang. Unterschiede zwischen links und rechts gibt es in den Flügellängen weder bei den Männchen noch bei den Weibchen.

Tabelle 19. *Metrioptera brachyptera* ♂♂

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	4,10	3,8— 4,4	0,1912	0,0349	
Hsch.L.	15,70	14,3—16,9	0,6845	0,1250	
Vfl. l.	8,52	7,5— 9,7	0,6343	0,1158	1,00
Vfl. r.	8,52	7,0—10,2	0,6774	0,1237	
Hfl. l.	4,62	3,8— 5,7	0,4949	0,0904	1,00
Hfl. r.	4,62	3,7— 5,7	0,4972	0,0908	
Schr.A. l.	2,56	2,3— 2,9	0,1614	0,0295	
Schr.A. r.	1,85	1,6— 2,3	0,1456	0,0266	≪ 0,0002
Schr.L. l.	1,67	1,5— 1,9	0,1173	0,0214	
Schr.L. r.	1,13	1,0— 1,3	0,0786	0,0143	≪ 0,0002
A.beg. l.	0,70	0,5— 0,9	0,1114	0,0203	
A.beg. r.	0,72	0,5— 1,0	0,1465	0,0267	0,56
A.ende l.	0,19	0,1— 0,3	0,0662	0,0121	
A.ende r.	0,007	0,0— 0,1	0,0254	0,0046	≪ 0,0002
Lam.Z. l.	90,17	79—112	10,5450	1,9260	
Lam.Z. r.	52,10	45— 62	4,2040	0,7678	≪ 0,0002

Die Gegenüberstellung der beiden Seiten im Lautorgan der Männchen ergab folgendes: Die rechte Schrillader erreicht durchschnittlich nur 72,28 % (Abb. 8) der Länge der linken. Auch die Schrilleisten sind rechts und links sehr verschieden lang, die linke nimmt in der Regel 65,24 %, die rechte 61,08 % der gesamten Ader ein. Kein Unterschied besteht im Abstand der ersten Lamellen vom Aderbeginn, dagegen weichen die über die Schrilleisten hinausreichenden Enden der Adern auf beiden Seiten sehr stark voneinander ab. Die Zahl der Lamellen ist rechts sehr viel kleiner als links. Lamellendichte: links 54,0, rechts 46,1; damit liegt sie auf beiden Seiten nur knapp unter der von *Metr. roeselii*.

10. *Metrioptera (Bicolorana) bicolor*

Metr. bicolor ist zierlicher in der Gestalt als die beiden einander sehr ähnlichen Arten *roeselii* und *brachyptera*; ein abstechendes Merkmal ist außerdem die gleichmäßig grüne Farbe. Die Tiere stammen aus der Garchingener Heide nördlich Münchens.

Tabelle 20. *Metrioptera (Bicolorana) bicolor* ♀♀

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P- links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	4,35	4,0— 4,7	0,2173	0,0687		
Hsch.L.	16,49	15,9—17,0	0,3247	0,1027		0,12
Vfl. l.	6,23	5,2— 7,0	0,6056	0,1915		0,125
Vfl. r.	6,37	5,4— 7,4	0,6238	0,1972	0,62	≪ 0,0002
Hfl. l.	2,34	2,0— 2,7	0,2011	0,0636		≪ 0,0002
Hfl. r.	2,39	2,1— 2,5	0,1449	0,0458	0,54	0,018
						0,018

Auffallend ist die geringe, nicht gesicherte Größendifferenz zwischen Männchen und Weibchen (Prothorax und Hinterschenkel). Die Vorderflügel der Männchen sind wieder länger als die der Weibchen, während die Unterschiede der Hinterflügelängen gerade noch im Zufallsbereich liegen. Zwischen links und rechts besteht

bei keinem der beiden Flügelpaare, weder bei den Männchen noch bei den Weibchen, eine gesicherte Differenz.

Die rechte Schrillader hat durchschnittlich nur 75,1 % (Abb. 8) der Länge der aktiven linken. 58,25 % der linken und 41,12 % der rechten Schrillader sind mit Lamellen bestanden. Der Unterschied der Abstände der ersten Lamellen vom Schrilladeranfang liegt noch innerhalb der Toleranz. Gerade schwach gesichert ist die

Tabelle 21. *Metrioptera (Bicolorana) bicolor* ♂♂

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	4,49	4,0—5,1	0,2354	0,0430	
Hsch.L.	16,18	15,1—17,1	0,5717	0,1044	
Vfl. l.	9,90	8,7—11,7	0,7283	0,1330	
Vfl. r.	10,10	8,8—11,7	0,8043	0,1469	0,33
Hfl. l.	2,63	2,2—3,3	0,3454	0,0631	
Hfl. r.	2,66	2,2—3,4	0,3350	0,0612	0,72
Schr.A. l.	2,85	2,2—3,2	0,2013	0,0367	
Schr.A. r.	2,14	1,8—2,7	0,1832	0,0335	≪ 0,0002
Schr.L. l.	1,66	1,4—1,9	0,1569	0,0286	
Schr.L. r.	0,88	0,7—1,1	0,0792	0,0144	≪ 0,0002
A.beg. l.	1,08	0,8—1,4	0,1455	0,0266	
A.beg. r.	1,18	0,9—1,7	0,1690	0,0308	0,02
A.ende l.	0,11	0,0—0,2	0,0435	0,0079	
A.ende r.	0,08	0,0—0,1	0,0380	0,0069	0,006
Lam.Z. l.	58,87	51—69	4,4080	0,8049	
Lam.Z. r.	31,27	26—37	2,6515	0,4842	≪ 0,0002

Abweichung der Werte von rechts nach links für die über die Lamellen hinausreichenden Schrilladerenden. Die Lamellenzahlen beider Schrilleisten sind sehr verschieden. Die Dichte liegt mit 35,46 links und 35,53 rechts erheblich unter den entsprechenden Werten sowohl von *Metr. roeselii* als auch von *brachyptera*. Besonders auffallend ist die vollkommen gleiche Lamellendichte rechts und links.

11. *Decticus verrucivorus*

Die Tiere habe ich teils an einem Bahndamm bei Großhesselohe (München), zum anderen Teil an einem Berghang bei Werfen/Österreich gesammelt und die Messungen gemeinsam ausgewertet.

Der Prothorax ist bei *Decticus verrucivorus* sogar noch länger als bei *Tett. viridissima*. Die Weibchen von *Decticus* sind noch massiger gebaut als die Männchen; das kommt zum Ausdruck in den sehr gut gesicherten Unterschieden der Prothorax- und Hinterschenkellängen. Die Differenzen der Vorder- und Hinterflügelängen liegen eben noch im Zufallsbereich. Zwischen links und rechts bestehen bei keinem der beiden Flügelpaare der Männchen bzw. Weibchen Unterschiede.

Die rückgebildete rechte Schrillader der Männchen erreicht in der Länge durchschnittlich nur 71,2 % (Abb. 8) der linken; das ist bei den hier untersuchten Formen der geringste Wert für diese Größe. Die Schrilleisten beider Seiten sind ebenfalls sehr ungleich lang, links 66,74 %, rechts 50,98 % der Schrillader. Für die über die

Tabelle 22. *Decticus verrucivorus* ♀♀

n = 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	8,45	7,7— 9,8	0,5912	0,1870		0,0002
Hsch.L.	31,07	28,0—34,8	2,0450	0,6467		< 0,0002
Vfl. l.	29,03	25,8—32,5	2,0010	0,6328	0,78	0,04
Vfl. r.	28,77	25,4—32,6	2,0300	0,6418		0,07
Hfl. l.	26,65	23,7—29,5	1,7170	0,5431	0,98	0,022
Hfl. r.	26,67	23,3—30,0	1,8150	0,5739		0,024

letzten Lamellen hinausreichenden Aderenden ist der Unterschied zwischen links und rechts sehr groß. Die Lamellendichte ist mit 26,57 links und 27,61 rechts nur wenig höher als die niederste ermittelte Dichte bei *Con. fuscus*; sie ist links wieder etwas kleiner als rechts.

Tabelle 23. *Decticus verrucivorus* ♂♂

n = 30	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	7,71	6,9— 8,6	0,4046	0,0739	
Hsch.L.	28,39	25,3—30,9	1,2920	0,2360	
Vfl. l.	27,36	21,3—30,5	2,0720	0,3783	0,94
Vfl. r.	27,32	21,4—30,4	2,1290	0,3887	
Hfl. l.	24,70	18,0—28,0	2,2305	0,4073	0,90
Hfl. r.	24,77	18,1—27,8	2,2020	0,4020	
Schr.A. l.	4,27	4,0— 5,0	0,2203	0,0402	
Schr.A. r.	3,04	2,5— 3,4	0,1812	0,0331	≪ 0,0002
Schr.L. l.	2,85	2,4— 3,3	0,2403	0,2403	
Schr.L. r.	1,55	1,3— 2,2	0,1656	0,0302	≪ 0,0002
A.beg. l.	1,33	1,0— 1,6	0,1535	0,0280	
A.beg. r.	1,32	1,0— 1,6	0,1716	0,0313	0,82
A.ende l.	0,09	0,0— 0,1	0,0347	0,0063	
A.ende r.	0,17	0,0— 0,4	0,0759	0,0138	≪ 0,0002
Lam.Z. l.	75,73	66—86	4,8630	0,8880	
Lam.Z. r.	42,80	37—52	3,6140	0,6600	≪ 0,0002

12. *Gampsocleis glabra*

Diese Tiere sind wohl auch groß, aber bei weitem nicht so massig gebaut wie *Decticus*. Während der ganzen Zeit, als ich Laubheuschrecken für meine Untersuchungen sammelte, ist mir *Gamps. glabra* nur einmal begegnet, und zwar in der Garchinger Heide bei München.

Die Weibchen sind gewöhnlich etwas größer als die Männchen, doch ist der Unterschied beim Prothorax nur schwach gesichert, bei den Hinterschenkeln aber signifikant. Ebenso haben die Weibchen auch die längeren Flügel. Unterschiede zwischen linken und rechten Vorder- bzw. Hinterflügeln bestehen weder bei den Männchen noch bei den Weibchen.

Im Lautorgan der Männchen beträgt die Länge der rechten Schrillader im Mittel 78,44 % (Abb. 8) der linken. Die Schrilleiste nimmt links durchschnittlich 68,76 %, rechts 59,58 % der Schrilladerlänge ein. Sehr groß ist die Differenz zwischen links und rechts in der Entfernung der letzten Lamellen von den Schrilladerenden,

Tabelle 24. *Gampsocleis glabra* ♀♀

n = 4	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	6,48	6,3— 7,0	0,3500	0,1750		0,006
Hsch.L.	26,15	24,6—27,3	1,2450	0,6226		< 0,0002
Vfl. l.	23,48	23,0—24,5	0,6947	0,3474	0,94	0,006
Vfl. r.	23,53	23,0—24,4	0,6185	0,3092		0,0003
Hfl. l.	21,83	21,4—22,1	0,3096	0,1548	0,42	0,0006
Hfl. r.	21,63	21,1—21,9	0,3594	0,1797		0,0015

Tabelle 25. *Gampsocleis glabra* ♂♂

n = 21	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	5,95	5,5— 6,5	0,3076	0,0671	
Hsch.L.	22,98	21,7—24,2	0,6705	0,1463	
Vfl. l.	21,59	19,2—24,0	1,1722	0,2558	0,62
Vfl. r.	21,43	19,8—23,0	0,9271	0,2023	
Hfl. l.	19,80	17,9—21,1	0,9708	0,2118	0,75
Hfl. r.	19,70	18,0—21,1	1,0150	0,2215	
Schr.A. l.	4,13	3,9— 4,7	0,2244	0,0490	
Schr.A. r.	3,24	2,8— 3,6	0,1774	0,0387	≪ 0,0002
Schr.L. l.	2,84	2,5— 3,6	0,2783	0,0607	
Schr.L. r.	1,93	1,7— 2,2	0,1678	0,0366	≪ 0,0002
A.beg. l.	0,97	0,7— 1,1	0,1111	0,0242	0,003
A.beg. r.	1,09	0,9— 1,4	0,1353	0,0295	
A.ende l.	0,33	0,2— 0,5	0,0845	0,0184	< 0,0002
A.ende r.	0,22	0,0— 0,4	0,0890	0,0194	
Lam.Z. l.	95,29	82—115	8,6500	1,8875	≪ 0,0002
Lam.Z. r.	65,05	54— 75	5,8520	1,2770	

ebenso in der Zahl der Lamellen auf beiden Seiten. Die aus Schrilleistenlänge und Lamellenzahl errechnete Lamellendichte ist mit 33,55 links und 33,7 rechts nicht besonders groß.

13. *Pholidoptera aptera*

Die braune Alpenschrecke ist groß und massig gebaut, wenn auch bei weitem nicht so wie *Decticus*. Besonders auffallend sind wieder die langen und keulig aufgetriebenen Hinterschenkel, die ja für die Decticinen kennzeichnend sind. Die Art kommt hauptsächlich im Gebirge vor; die von mir untersuchten Tiere stammen aus Werfen/Österreich und vom Risserkogel bei Tegernsee.

Tabelle 26. *Pholidoptera aptera* ♀♀

n = 6	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	7,80	7,6— 8,2	0,2757	0,1126		0,0005
Hsch.L.	23,12	21,7—25,2	1,4540	0,5936		0,0005
Vfl. l.	1,33	0,8— 1,8	0,3559	0,1453	0,50	≪ 0,0002
Vfl. r.	1,45	1,2— 1,7	0,2167	0,0885		≪ 0,0002
Hfl. l.	1,52	1,4— 1,7	0,1170	0,0477	0,80	0,14
Hfl. r.	1,50	1,3— 1,7	0,1414	0,0577		0,025

Auch hier sind die Weibchen größer als die Männchen (Prothorax- und Hinter-schenkellängen). Bei den Vorderflügeln ist der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen außerordentlich hoch; während bei den Männchen wenigstens noch ein gut ausgebildetes Lautorgan mit nächster Umgebung vorhanden ist, sind die Vorderflügel der Weibchen zu winzigen Stummeln reduziert. Die Hinterflügel sind bei beiden Geschlechtern etwa gleich; sie sind kurz und in ihrer ganzen Länge am Körper festgeklebt. Gesicherte Unterschiede zwischen links und rechts gibt es bei keinem der beiden Flügelpaare. Bemerkenswert ist, daß bei den einzelnen Individuen oft linker und rechter Vorderflügel verschieden lang sind; jedoch ist bei einem Tier links, bei dem anderen aber rechts bevorzugt, so daß diese Unterschiede sich im Endergebnis aufheben.

Tabelle 27. *Pholidoptera aptera* ♂♂

n = 12	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	7,07	6,4— 7,6	0,3500	0,1010	
Hsch.L.	20,38	18,3—22,4	1,1105	0,3205	
Vfl. l.	7,08	6,2— 8,3	0,5859	0,1691	
Vfl. r.	7,48	6,7— 9,2	0,7928	0,2289	0,18
Hfl. l.	1,64	1,4— 1,9	0,1564	0,0451	
Hfl. r.	1,68	1,5— 1,9	0,1289	0,0372	0,52
Schr.A. l.	5,38	4,9— 6,0	0,3671	0,1060	
Schr.A. r.	4,23	3,7— 5,0	0,3869	0,1117	≪ 0,0002
Schr.L. l.	4,04	3,6— 4,4	0,2152	0,0621	
Schr.L. r.	3,32	3,0— 3,7	0,2038	0,0588	≪ 0,0002
A.beg. l.	0,84	0,6— 1,1	0,1881	0,0543	
A.beg. r.	0,76	0,5— 1,5	0,2778	0,0802	0,42
A.ende l.	0,49	0,4— 0,7	0,0996	0,0288	
A.ende r.	0,16	0,1— 0,4	0,0996	0,0288	≪ 0,0002
Lam.Z. l.	146,67	133—158	8,6680	2,5020	
Lam.Z. r.	127,75	118—134	5,5610	1,6055	≪ 0,0002

Der Rechts-Links-Vergleich des Lautorganes ergab folgende Einzelheiten: Die Länge der rechten Schrillader macht durchschnittlich 78,62 % (Abb. 8) der linken aus. Links sind insgesamt 84,2 % der Schrilladerlänge mit Lamellen besetzt; auf 75,1 % stehen die Lamellen geordnet in einer Reihe: Schrilleiste. Die restlichen 9,1 % bis zum Aderende sind ungeordnet mit Lamellen von wechselnder Zahl (25 bis 65) bestanden, weshalb ich sie als „Lamellenfeld“ bezeichne. Auf dem rechten Flügel fehlt das Lamellenfeld; die Schrilleiste nimmt hier im Mittel 78,49 % der Schrillader ein. Der Unterschied zwischen links und rechts ist gut gesichert. Diese hohe relative Länge der Schrilleisten wird nur noch von *Phol. griseoptera* erreicht. In dem verhältnismäßig kleinen Abstand der ersten Lamelle vom Schrilladerbeginn besteht kein Unterschied zwischen den beiden Seiten. Eine ausgeprägte Differenz ergibt sich aber wieder für die Länge der Strecken zwischen den letzten (links: letzten geordneten) Lamellen und den Schrilladerenden (links: Lamellenfeld). Die Lamellenzahlen (ohne Lamellenfeld) sind links und rechts für Laubheuschrecken ungewöhnlich hoch (gut gesicherter Unterschied). Die mittlere Lamellendichte ist links 36,3, rechts 38,49.

14. *Pholidoptera griseoptera*

Diese Art ist bei uns äußerst häufig auf trockenen Waldwiesen. Ich habe die Tiere in der Umgebung von Töging am Inn gesammelt. Die Weibchen sind auch hier deutlich größer als die Männchen, wie an den Unterschieden in der Prothorax- und Hinterschenkellänge abzulesen ist. Wie bei *Phol. aptera*, sind die Vorderflügel der Weibchen sehr viel stärker reduziert als die der Männchen. Die sehr kurzen, am Körper festgeklebten Hinterflügel sind bei beiden Geschlechtern etwa gleich lang.

Tabelle 28. *Pholidoptera griseoptera* ♀♀

n — 10	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts	P ♂♂ : ♀♀
Proth.	5,62	5,3— 5,9	0,1932	0,0611		≈ 0,0002
Hsch.L.	18,32	17,8—19,5	0,5138	0,1625		≈ 0,0002
Vfl.L.l.	1,22	0,9— 1,6	0,1932	0,0611	0,84	≈ 0,0002
Vfl. r.	1,24	0,9— 1,7	0,2270	0,0718		≈ 0,0002
Hfl. l.	1,05	0,9— 1,3	0,1269	0,0401		0,70
Hfl. r.	1,06	1,0— 1,2	0,0966	0,0305	0,85	0,59

Bei den Weibchen zeigen sich bei keinem der beiden Flügelpaare Unterschiede zwischen links und rechts. Linke und rechte Hinterflügel sind auch bei den Männchen fast immer gleich lang, während die Vorderflügel der Männchen gesicherte Rechts-Links-Unterschiede aufweisen.

Die rechte Schrillader erreicht in der Regel immerhin noch 78,58 % (Abb. 8) der Länge der linken. Die linke Schrilleiste (Lamellen einreihig angeordnet) macht 75,06 %, die rechte 72,76 % der Schrillader aus; dieser Prozentsatz ist sehr hoch und wird nur von den beiden *Pholidoptera*-Arten erreicht. Links ist die Strecke zwischen der letzten geordnet stehenden Lamelle und dem Aderende mit 5—60 Lamellen (Lamellenfeld) bestanden, sie macht 8,8 % der gesamten Schrilladerlänge aus. Rechts ist das Aderende kürzer und frei von Lamellen. Die Lamellenzahl (ohne Lamellenfeld) ist links höher als rechts; Lamellendichte: links 40,48, rechts 42,94.

Tabelle 29. *Pholidoptera griseoptera* ♂♂

n = 40	Mittelwert	Extremwerte	Streuung	Mittl. Fehler d. Mittelwerts	P links : rechts
Proth.	4,96	4,5— 5,3	0,2549	0,0403	
Hsch. L.	16,85	15,7—18,5	0,5694	0,0911	
Vfl. l.	4,36	3,8— 5,0	0,3130	0,0494	≈ 0,0002
Vfl. r.	4,67	3,7— 5,4	0,3079	0,0487	
Hfl. l.	1,07	0,8— 1,4	0,1359	0,0215	0,26
Hfl. r.	1,04	0,8— 1,3	0,1010	0,0159	
Schr.A. l.	3,41	3,1— 3,7	0,1572	0,0249	≈ 0,0002
Schr.A. r.	2,68	2,4— 3,1	0,1769	0,0283	
Schr.L. l.	2,56	2,3— 2,8	0,1439	0,0228	≈ 0,0002
Schr.L. r.	1,95	1,6— 2,2	0,1730	0,0277	
A.beg. l.	0,56	0,3— 0,7	0,0877	0,0138	1,0
A.beg. r.	0,56	0,2— 1,2	0,1677	0,0273	
A.ende l.	0,30	0,2— 0,4	0,0050	0,0008	≈ 0,0002
A.ende r.	0,17	0,1— 0,3	0,0500	0,0080	
Lam.Z. l.	103,58	92—117	6,4050	1,0125	≈ 0,0002
Lam.Z. r.	83,74	68— 96	6,5630	1,0510	

Bei den Tettigoniiden fand ich unter 328 Männchen drei mit inverser Flügellage (= 0,9%), zwei bei *Dect. verrucivorus*, eines bei *Metr. brachyptera*. Alle drei hatten jedoch normal ausgebildete Flügel, d. h.: sie waren so gestaltet, als sei der linke Flügel über dem rechten gelegen. Ob diese inverse Flügellage bereits seit der Imaginalhäutung bestand oder erst später eingenommen wurde, bleibt dahingestellt. Wie bei den Grillen, kommt auch bei den Weibchen der Laubheuschrecken häufiger als bei den Männchen inverse Flügellage vor. Unter je 10 Tieren waren bei *Tett. cantans* drei, bei *Dect. verrucivorus* eines und bei *Metr. roeselii* ebenfalls eines mit vertauschten Flügeln (insgesamt 3,3%). Der Grund hierfür ist wohl das Fehlen eines Organes, das durch das Umlegen der Flügel in seiner Funktion beeinträchtigt würde, und außerdem das weniger weite Übereinandergreifen der Flügel bei den Weibchen.

Ergebnisse der Messungen an Grillen und Laubheuschrecken

1. Vergleich Männchen—Weibchen

Der Prothorax ist in der Regel bei den Weibchen länger als bei den Männchen. Keine Unterschiede bestehen bei *Gr. campestris*, *Gr. bimaculatus*, *Tett. cantans* und *Metr. bicolor*.

Die Hinterschenkel sind nur bei *Gr. bimaculatus* und *Metr. bicolor* in beiden Geschlechtern gleich lang, bei den übrigen Arten haben die Männchen die kürzeren Hinterschenkel.

Tabelle 30. Zusammenstellung der Ergebnisse des Rechts-Links-Vergleiches bei ♂♂. + gesicherter Unterschied; — kein Unterschied zwischen links und rechts

	Vorderflügelänge	Hinterflügelänge	Schrißaderlänge	Schrißleitenlänge	Aderbeginn	Aderende	Lamellenzahl
<i>Acheta domestica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gryllus campestris</i> (Oberbayern)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gryllus campestris</i> (Istrien)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gryllus bimaculatus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tettigonia viridissima</i> (Oberbayern)	—	—	+	+	+	+	+
<i>Tettigonia viridissima</i> (Vorspessart)	—	—	+	+	+	+	+
<i>Tettigonia cantans</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Conocephalus fuscus</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Conocephalus dorsalis</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Decticus verrucivorus</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Gampsocleis glabra</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Metrioptera (Bicolorana) bicolor</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Metrioptera brachyptera</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Metrioptera (Roeseliana) roeselii</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Pholidoptera aptera</i>	—	—	+	+	+	+	+
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	+	—	+	—	+	+	+

Die Vorderflügel von fünf Arten, *Ach. domestica*, *Gr. bimaculatus*, *Gr. campestris*, *Con. fuscus*, *Deet. verrucivorus*, sind bei beiden Geschlechtern gleich lang. Bei *Tett. viridissima*, *Tett. cantans* und *Gamps. glabra* haben die Weibchen, bei den übrigen Arten, *Metr. bicolor*, *Metr. brachyptera*, *Metr. roeselii*, *Phol. aptera* und *Phol. griseoptera*, die Männchen die längeren Vorderflügel.

Nur bei einigen Arten (*Ach. domestica*, *Gr. bimaculatus*, *Tett. viridissima*, *Tett. cantans* und *Gamps. glabra*) haben die Männchen kürzere Hinterflügel als die Weibchen; bei den restlichen Arten gibt es keine Unterschiede.

2. Rechts-Links-Vergleich bei Weibchen

Zwischen linken und rechten Vorder- bzw. Hinterflügeln bestehen keine Unterschiede.

3. Rechts-Links-Vergleich bei den Männchen (Abb. 8, 9 und Tabelle 30)

Bei den Grillen finden sich, außer in der Lamellenform (Abb. 6), keine Unter-

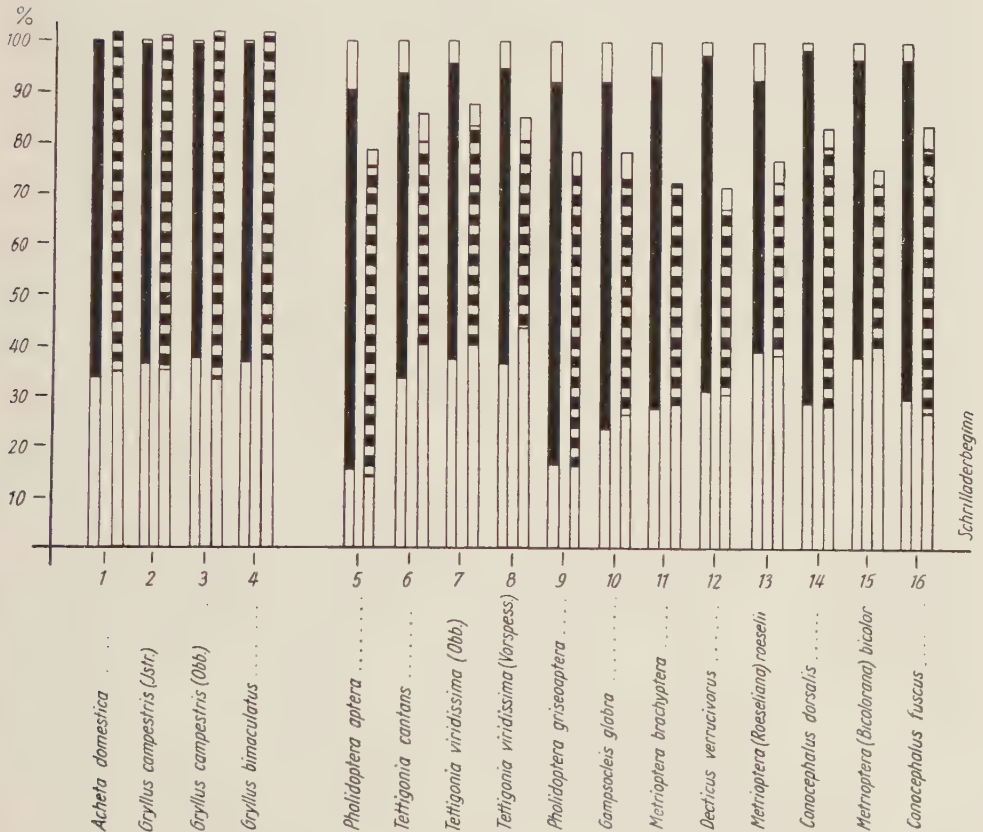


Abb. 8. Länge von Schräglader und Schrägleiste links und rechts, bezogen auf die linke Schräglader (= 100%). — — — Schrägleiste des linken Flügels; — — — Schrägleiste des rechten Flügels.

schiede zwischen links und rechts. Die linken und rechten Flügel beider Flügelpaare sind auch bei den Laubheuschrecken gleich lang (Ausnahme: Unterschied zwischen linken und rechten Vorderflügeln bei *Phol. griseoptera*).

Unterschiede zeigen sich bei den Tettigoniiden ohne Ausnahme in den Schrillader- und Schrilleistenlängen und in der Lamellenzahl (Tabelle 30). Auf Verschiedenheiten in der Lamellenform war früher (S. 17) hingewiesen worden. Der Abstand

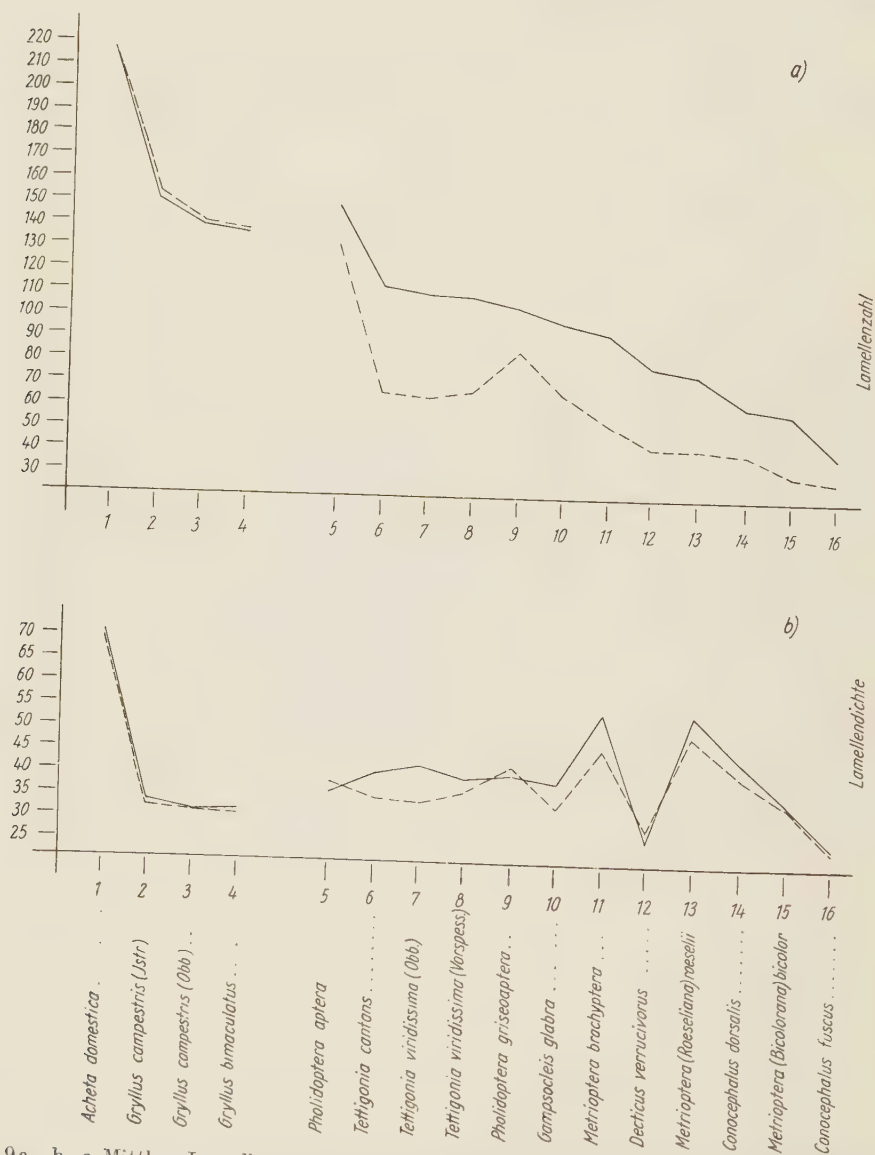


Abb. 9a—b. a Mittlere Lamellenzahl bei Grillen und Laubheuschrecken; b Lamellendichte der einzelnen Arten. — Werte der linken Flügel; - - - - - Werte der rechten Flügel.

der ersten Lamelle vom Schrilladerbeginn ist bei allen Arten außer *Tett. viridissima*, *Tett. cantans* und *Gamps. glabra* rechts und links gleich, während der Abstand der letzten Lamelle vom Schrilladerende nur bei *Tett. viridissima* (OBB.), *Con. fuscus* und *dorsalis* gleich, bei allen übrigen Arten aber verschieden ist.

Die Histogenese der Lamellen

Aus der Arbeit von ROY-NOEL (1954) war bekannt, daß das Lautorgan im letzten Larvenstadium durch das Umbiegen der hinteren Cubitalader gegen den inneren Flügelrand hin schon vorbereitet wird (Abb. 10). Das heißt: diese Ader verläuft nun nur mehr ein kurzes Stück mit den anderen in der Längsrichtung und biegt dann in einem fast rechten Winkel in die Querrichtung um. Lamellen sind auf diesem Stadium noch nicht vorhanden. Da die Lamellen aber bei der Häutung zur Imago schon vollkommen angelegt sind, müssen sie während des letzten Larvenstadiums entstehen. Durch die folgenden Untersuchungen sollte 1. der genaue Zeitpunkt der Lamellenbildung gefunden und 2. ihr Verlauf geklärt werden.

Für die histologischen Untersuchungen an den Grillen standen mir die Zuchten von *Gryllus bimaculatus* und von *Acheta domestica* zur Verfügung. Nach den Ergebnissen der Messungen erschien es jedoch zweckmäßig, nur *Gr. bimaculatus* zu verwenden, da diese Tiere sich wegen des größeren Lautorgans und der geringeren Lamellenzahl besser eigneten als *Ach. domestica*.

Ich hielt die Grillen in Vollglasaquarien von ungefähr 30 cm Länge, 24 cm Breite und 21 cm Höhe. Der Boden der Becken war mit einer mehrere Zentimeter dicken Schicht von Erde und Torfmoß bedeckt. Als Unterschlupf dienten Eierkartons. Die Nahrung bestand aus Haferflocken, Salat und geringen Mengen Hefe. Um den Eiern die zur Entwicklung erforderliche Feuchtigkeit zu geben, wurde die Erde alle paar Tage mit Wasser besprüht. Die ganze Zucht befand sich in einem tagsüber beleuchteten Wärmeschrank bei konstant 28° C.

Für die Versuche wurden Tiere des vorletzten Larvenstadiums der Zucht entnommen und einzeln in Glastuben von etwa 10 cm Länge und 2,5—3 cm lichter Weite gehalten. Die Tuben waren mit durchbrochenen, aber durch Gitter abgedichteten Stopfen versehen. Ich kontrollierte mehrmals täglich; sobald eines der Tiere die letzte Larvenhäutung hinter sich gebracht hatte, wurde der Zeitpunkt des Schlüpfens vermerkt und das Alter des Tieres von diesem Tag an gezählt. Sofort nach der letzten Larvenhäutung kamen die Tiere in einen zweiten Wärmeschrank mit konstant 24° C. Die Temperatur wurde so gewählt, um die Entwicklung etwas zu verzögern, aber auch, um den Tieren eine noch zuträglichere Wärme zu bieten. Bei 24° C dauert das letzte Larvenstadium 11—12 Tage. Nachdem das erste Tier nach 11 Tagen zur Imago geworden war, tötete und fixierte ich weitere, um je einen Tag jüngere Tiere.

Ähnliche Untersuchungen schienen, im Hinblick auf die großen Unterschiede zwischen rechts und links, auch für die Laubheuschrecken angebracht. Als Vertreter wählte ich *Decticus verrucosus*, wieder wegen des verhältnismäßig großen Lautorgans und der geringen Lamellenzahl. Die Tiere wurden während ihres letzten und teils auch vorletzten Larvenstadiums an einem Bahndamm in Großhesselohe bei München gefangen und dann einzeln in 1-Liter-Einmachgläsern gehalten (Ernährung mit Haferflocken, Mehlwürmern und etwas Salat). Bei schönem Wetter



Abb. 10a—b. Flügelentwicklung bei einem Männchen von *Gryllus bimaculatus*. a vorletztes; b letztes Larvenstadium.

standen die Gläser auf einer Wiese in der Sonne, nachts und bei schlechtem Wetter im Temperaturschrank bei 25° C. Unter diesen Bedingungen dauerte das letzte Larvenstadium 6—7 Tage. Nachdem dies festgestellt worden war, tötete und fixierte ich die Tiere je nach Flügeldicke.

Als Fixierungsflüssigkeit bewährte sich sowohl für die Grillen als auch für die Laubheuschrecken das Gemisch nach BOVIN (ROMEIS 1948, § 305). Ich bettete über Alkohol, Methylbenzoat und Benzol in Paraffin ein, schnitt 4—6 μ dick und färbte mit Hämatoxylin nach Delafield und Eosin (ROMEIS 1948, §§ 668 und 660).

a) *Gryllus bimaculatus*

Unmittelbar nach der letzten Larvenhäutung sind die Flügel noch sehr schmal. Unter der Chitinlamelle des Larvenflügels liegt eine locker aufgebaute, einschichtige Hypodermis (Abb. 11). Ihre Zellen sind langgestreckt und nach innen hin oft in Spitzen ausgezogen, so daß sie zwischen sich Hohlräume einschließen. Die inneren

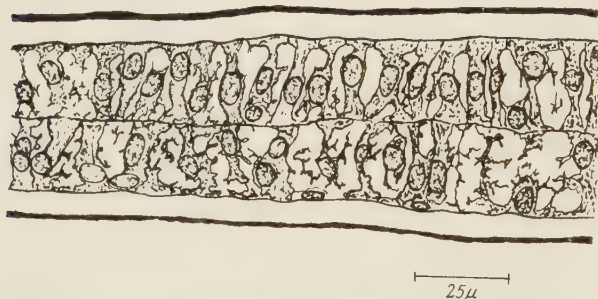


Abb. 11. *Gryllus bimaculatus*: Querschnitt durch den Flügel einer Larve, einen Tag nach der letzten Larvenhäutung. Flügeloberseite ist oben.

Enden der Hypodermiszellen jeder Seite des Flügels stehen mit einer Grundmembran in Verbindung. Die Grundmembranen verlaufen zunächst größtenteils gemeinsam und trennen sich nur an den Adern. Später lösen sie sich häufiger voneinander und umschließen auch die vielen sich bildenden und mit Hämolymphe erfüllten Hohlräume. Durch

die starke Zellvermehrung während der nächsten Tage verdichtet sich die Hypodermis, und der neu entstehende Flügel legt sich enger an die Chitinlamelle des Larvenflügels an. Die Zellkerne sind unregelmäßig verteilt, nur ein Saum beiderseits der Grundmembranen bleibt von ihnen frei; sie sind relativ groß, rund bis oval, besitzen Nukleoli und kleinscholliges, unregelmäßig verteiltes Chromatin.

Um den 5. und 6. Tag nach der letzten Larvenhäutung ist der Flügel bereits recht ansehnlich, die Hypodermiszellen sind eng aneinandergelagert und haben sich in die Länge gestreckt. Die Grundmembranen verlaufen zu diesem Zeitpunkt nicht mehr gerade, sondern leicht gewellt. Die Trachee der hinteren Cubitalader ist von der Mitte des Flügelquerschnittes deutlich gegen die Flügeloberseite hin verlagert. Die Zellvermehrung hält weiterhin an und bedingt eine zunehmende Wellung der Grundmembranen und um den 8. und 9. Tag nach der letzten Larvenhäutung schließlich die Faltenbildung des Flügels. Zunächst sind es nur Längsfalten, doch infolge der ständig wachsenden Oberfläche erscheinen in kurzer Zeit auch Quersfalten. Die Zellkerne haben sich deutlich von der Grundmembran abgesetzt und liegen jetzt nahe den Flügelaußenflächen. Die Grundmembranen beider Seiten trennen sich vollständig voneinander und umschließen einen großen mit Hämolymphe erfüllten Hohlraum. Um diese Zeit treten im Gebiet der hinteren Cubitalader Diffe-

renzierungen auf, die später die Lamellenbildung zur Folge haben. Gleichzeitig mit der Quersaltenbildung sondern die Hypodermiszellen eine dünne, sich mit Plasmafarbstoff färbende Chitinschicht ab, welche den neu entstehenden Flügel nach außen hin abschließt. Die Faltenbildung ist um den 10. und 11. Tag nach der letzten Larvenhäutung bereits so stark, daß im Schnitt eine Vielfalt von Anschnitten erscheint. Die Chitinabscheidung ist weit fortgeschritten, und um den 11.—12. Tag ist der dick aufgefaltete Flügel reif für die Imaginalhäutung. Sofort nach dieser letzten Häutung wird der Flügel durch den Druck der Hämolymphe gestreckt. Die Hypodermiszellen kommen dadurch wieder äußerst locker zu stehen. Sie sind lang ausgezogen, ihre Enden kommen einander von beiden Flügellamellen her entgegen und nehmen direkt, nicht mehr über eine Grundmembran, miteinander Verbindung auf. Während der nächsten Tage nähern sich die beiden Lamellen des Flügels, bis die Hypodermen beider Seiten schließlich unmittelbar aufeinander liegen. Lediglich im Bereich der Adern lassen sie noch einen kleinen Hohlraum zwischen sich, der Hämolymphe enthält. Eine breite Zone des mächtig ausgebildeten Chitins des neuen Flügels färbt sich mit Eosin an, der darüber liegende Streifen erscheint stets in gelblicher Farbe. Bemerkenswert ist die Bildung von Chitinbrücken, die immer wieder in der Umgebung von Adern auftreten und die beiden Chitinlamellen des Flügels verbinden.

Von der starken Faltung des Flügels vor der Imaginalhäutung bleibt nur eine Region ausgeschlossen, nämlich die unmittelbare Umgebung der hinteren Cubitalader. Die Trachee dieser Ader, die ja auf dem Flügel quer verläuft, liegt in Querschnitten durch den Flügel längs ausgestreckt nahe der Flügeloberseite, an der die Lamellen gebildet werden. Obwohl die Lamellen am imaginalen Flügel nach unten gerichtet sind, werden sie bei der Larve an der „Flügeloberseite“ angelegt, da die Larvenflügel umgeklappt dem Körper aufliegen. Die Vorderflügel der Larve berühren sich mit den späteren Flügelaußenrändern. Bei der Imaginalhäutung klappen die Flügel um und nehmen die Normallage ein.

In dem vollkommen ungefalteten Bereich der hinteren Cubitalader beginnen um den 9. Tag nach der letzten Larvenhäutung Kerne von Hypodermiszellen sich in einer Reihe auszurichten. Dabei lassen sie gegen die Flügelaußenseite einen gleich breiten Plasmasaum frei. Die Kerne nehmen beträchtlich an Volumen zu. Da das Chromatin keine Vermehrung erfährt, erscheinen sie im Vergleich zu den Kernen der übrigen Hypodermiszellen auffallend hell.

Im Verlauf der weiteren Entwicklung bilden sich zwei Zelltypen heraus. Es alternieren nun jeweils breite, plasmareiche Zellen mit sehr schmalen Zellen, deren Plasma sich etwas dunkler anfärbt. Die Kerne dieser beiden Zellformen ordnen sich in zwei Reihen, und zwar kommen zunächst die der schmalen Zellen über die der breiten Zellen zu liegen (Abb. 12). Auch die Kerne der schmalen Zellen haben an Größe zugenommen, gleichen jedoch noch mehr den Kernen der normalen Hypodermiszellen. Auf diesem Entwicklungsstadium schließt das Plasma beider Zellformen nach außen hin noch in einer Linie ab. Aus den breiten Zellen gehen die

Lamellen hervor, ich bezeichne sie daher als „Lamellenbildungszellen“, die schmalen Zellen als „Zwischenzellen“.

In der Folge wachsen die Lamellenbildungszellen nach außen vor, während die Zwischenzellen unverändert bleiben. Dadurch werden an der Flügeloberseite zu-

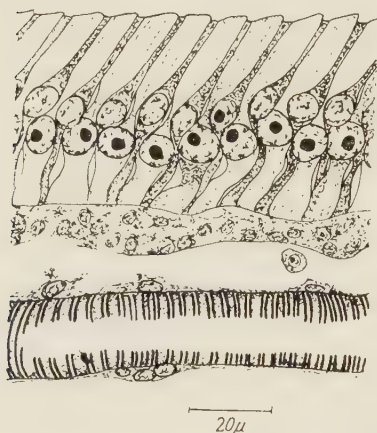


Abb. 12. *Gryllus bimaculatus*: Beginn der Lamellenbildung. Breite Lamellenbildungszellen alternieren mit schmalen Zwischenzellen. Die Kerne der Zwischenzellen liegen noch über denen der Lamellenbildungszellen. Bei dieser und den folgenden Abbildungen sind das Chitin des Larvenflügels und die untere Hälfte des neu entstehenden Flügels nicht berücksichtigt.



Abb. 13. *Gryllus bimaculatus*: Die Lamellenbildungszellen sind über die Flügeloberfläche vorgewachsen, während sich die Zwischenzellen verkürzt und ihre Kerne weiter nach unten verlagert haben. Die Hypodermiszellen haben sich vermehrt und etwas an Größe zugenommen.

nächst kleine Zacken und später Plasmakuppen gebildet, die durch die schmalen Zwischenzellen voneinander getrennt sind. Die Kerne der beiden Zellformen haben sich weit vom Flügelaußenrand abgesetzt und liegen nahe den inneren Enden dieser hohen Zellen. Die Plasmakuppen nehmen weiterhin an Höhe zu und legen sich dabei wieder der Flügeloberfläche an, wobei ihre Spitzen immer dem späteren inneren Flügelrand zugewandt sind (Abb. 13). Hand in Hand mit dem Auswachsen der Lamellenbildungszellen geht eine Verkürzung der Zwischenzellen. Damit ist auch eine Verlagerung ihrer Kerne verbunden; sie schieben sich zwischen denen der Lamellenbildungszellen durch nach unten und behalten von jetzt ab diese Lage bei. Der schmale obere Rand jeder Zwischenzelle ist tief eingekerbt, während beiderseits das Plasma von den benachbarten auswachsenden Lamellenbildungszellen mit hochgezogen wird. Um die Einkerbung sind die Zwischenzellen noch relativ breit, werden aber unmittelbar dahinter merklich schmaler. Durch die vorangegangene Verkürzung haben die Zwischenzellen etwas an Breite zugenommen, so daß der Unterschied zwischen beiden Zellformen nicht mehr so hervorsticht. Im Verlauf der weiteren Entwicklung richten sich die Plasmafortsätze der Lamellenbildungszellen über die Oberfläche des neu entstehenden Flügels auf. Zur gleichen Zeit, da der ganze Flügel seine Chitinschicht erhält, überziehen sich auch die Lamellen mit Chitin. Sie werden zunächst nur lose von Chitin umgeben, während es den Einkerbungen der Zwischenzellen fest anliegt (Abb. 14). Im weiteren Verlauf der Entwicklung dehnen sich die Plasmaauswüchse der

Lamellenbildungszellen noch weiter und füllen die Chitinkuppen dann voll aus. Die Chitinbildung ist inzwischen ebenfalls fortgeschritten, so daß auf Grund der Färbung zwei Schichten zu erkennen sind. Das Chitin bildet an den Plasmakuppen verstärkte Ecken gegen den Flügelinnenrand hin. Die Lamellen sind lang ausgezogen.

Unmittelbar vor der Imaginalhäutung sind die Lamellenbildungszellen dick aufgetrieben und nur an den Ansatzstellen der Zwischenzellen etwas eingengt. Die Plasmafortsätze sind ebenfalls köpfchenartig ausgedehnt und schließen mit ihrer Chitinhüllung über die Zwischenzellen hinweg fast aneinander. Die Kerne der Lamellenbildungszellen sind auf dieser Entwicklungsstufe sehr groß und rund und enthalten einen auffallend großen Nukleolus, der sich stets mit Eosin färbt. Die Zwischenzellen sitzen verhältnismäßig breit unterhalb der Köpfchen an und trennen sie voneinander. Anschließend zwingen sie sich zwischen den aufgetriebenen Lamellenbildungszellen durch nach unten und erweitern sich erst hier wieder etwas. Hier liegen auch die Kerne der Zwischenzellen, die nicht so groß sind wie die der Bildungs-, aber doch größer als die der gewöhnlichen Hypodermiszellen.

Durch die Imaginalhäutung wird dieses Bild schlagartig verändert. Die größten Änderungen sind bedingt durch die Streckung des Flügels. Die Lamellen verlieren dadurch sehr stark an Höhe, gewinnen aber an Breite und bekommen durch die ebenfalls gedehnten Zwischenzellen beträchtlichen Abstand voneinander. Auch an der Trachee der Schrillader ist die Dehnung sehr schön zu verfolgen. Bisher waren die Windungen des Spiralfadens zusammengedrängt, nun rücken sie ebenfalls auseinander. Unter der Trachee befindet sich reichlich Hämolymphe mit eingestreuten Lymphocyten. Auf diesem Stadium bestehen die Lamellen bereits größtenteils aus Chitin. Ihre Spitzen sind gegen den inneren Flügelrand gerichtet. Die Lamellenbildungszellen lösen allmählich ihre Verbindung mit dem Chitin und zeigen bald



Abb. 14. *Gryllus bimaculatus*: Fortgeschrittenes Stadium der Lamellenbildung. An der Flügeloberfläche ist bereits Chitin abgeschieden, das den Zwischenzellen fest anliegt. Große Kerne und auffallend große Nukleoli weisen auf hohe Aktivität der Zellen hin.

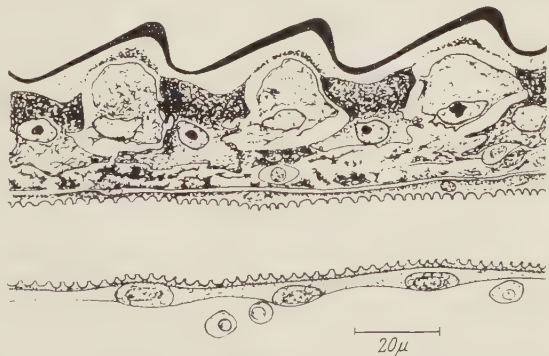


Abb. 15. *Gryllus bimaculatus*: Lamellen unmittelbar nach der Imaginalhäutung. Die Lamellenbildungszellen haben sich deutlich vom Chitin abgesetzt und weisen bereits starke Degenerationserscheinungen auf.

auffallende Degenerationserscheinungen. Ihre Gestalt wird unregelmäßig, die Kerne schrumpfen und enthalten nur noch wenig Chromatin (Abb. 15). Die Zwischenzellen haben, im Gegensatz zu den Lamellenbildungszellen, noch engen Kontakt mit der Flügeloberfläche, doch zeigen auch sie ähnliche Rückbildungserscheinungen. Besonders tritt auf diesem Entwicklungsstadium die stärkere Färbbarkeit des Plasmas der Zwischenzellen gegenüber dem der Lamellenbildungszellen hervor.

In der Folge ist eine weitere Loslösung der Bildungszellen von der Flügeloberfläche zu beobachten, während die Zwischenzellen damit verbunden bleiben. Das Chitin nimmt immer noch an Dicke zu. Die Kerne der Lamellenbildungszellen verformen sich immer mehr, und auch die Nukleoli verschwinden. Bei den Zwischenzellen ist die Rückbildung ebenfalls eingeleitet, verläuft jedoch langsamer als bei den Lamellenbildungszellen. 3 Tage nach der Imaginalhäutung bestehen die Lamellen nur noch aus Chitin. Die Bildungs- und Zwischenzellen sind weitgehend degeneriert. Dieser Prozeß läuft weiter, und etwa 10 Tage nach der Imaginalhäutung liegt unter der Chitinlamelle eine dünne Zellschicht wie in der übrigen Hypodermis.

b) *Decticus verrucivorus*

Die Flügelentwicklung vollzieht sich bei *Dect. verrucivorus* genauso wie bei *Gr. bimaculatus*. Auch hier verlaufen die Grundmembranen streckenweise gemeinsam und trennen sich nur an den Adern und sonstigen Hohlräumen. Das letzte Larvenstadium dauert bei *Decticus* weniger lang als bei *Gr. bimaculatus*. Bemerkenswert ist, daß die Exuvien von *Decticus* farblos und die schlüpfenden Tiere bereits grün gefärbt sind, während bei den Grillen die farblosen Tiere aus einer dunklen Exuvie schlüpfen und selbst erst nach Ablauf von mehreren Stunden die endgültige Farbe erreichen.

Auch bei *Decticus* sind von einem bestimmten Zeitpunkt an auf beiden Flügeln über der hinteren Cubitalader im Wechsel Lamellenbildungs- und Zwischenzellen zu finden. Die Entwicklung der Lamellen verläuft wie bei den Grillen. Durch das gleichzeitige Auswachsen der Lamellenbildungszellen und das Zurückziehen der Zwischenzellen entstehen die Einkerbungen an den Außenrändern der Zwischenzellen. Die Kerne beider Zellformen sind groß, rund und besitzen große Nukleoli. Der Unterschied zwischen ihnen und den Kernen der normalen Hypodermiszellen ist nicht so auffallend wie bei *Gr. bimaculatus*; das ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß das Chromatin auch während der weiteren Differenzierung wie bei den Kernen der übrigen Zellen gleichmäßig verteilt bleibt.

Das Plasma ist bei *Decticus* nicht so homogen wie bei der Grille; dadurch entstehen etwas verwischtere Bilder. Die Lamellenbildungszellen sind in diesem Fall sehr schmal und wachsen sehr lang aus (Abb. 16). Die Kerne sind dagegen groß, so daß die Zellen sich um sie herum etwas erweitern. Im Gegensatz dazu setzen die Zwischenzellen breit an und schaffen dadurch größere Abstände zwischen den Lamellen als bei *Gr. bimaculatus*. Die Köpfchen der Lamellenbildungszellen sind nicht in der gleichen Weise aufgetrieben wie bei den Grillen, berühren sich aber

doch über die breiten Zwischenzellen hinweg, da sie infolge ihrer Höhe etwas umgelegt sind. Die Plasmafortsätze füllen anfangs die Chitinkappen nicht ganz aus, doch verbreitern sie sich in der Folge noch etwas.

Im Laufe der Weiterentwicklung wird mehr Chitin abgeschieden. Hierdurch und durch die Oberflächenvergrößerung des Flügels rücken die Lamellenköpfchen näher aneinander. An ihrer Basis wird der Abstand jedoch durch die breit ansetzenden Zwischenzellen aufrechterhalten.

Kurz nach der Imaginalhäutung ist auch hier durch die Dehnung des Flügels das Bild vollkommen verändert. Die Lamellen sind auf diesem Entwicklungsstadium bei *Dect. verrucivorus* nicht in der gleichen Weise gedehnt wie bei *Gr. bimaculatus*. Sie wirken wie spitzwinkelige, der Flügeloberfläche aufsitzende Dreiecke. Die Lamellenbildungszellen beginnen sehr bald, sich vom Chitin abzusetzen, während, wie bei den Grillen, die Zwischenzellen die Verbindung vorerst noch aufrechterhalten. Die Zwischenzellen greifen bei *Decticus* beiderseits weit in die Lamellen hinauf. Das Chitin ist anfangs noch dünn und nur an den Spitzen der Lamellen leicht verstärkt. Damit ist die Rückbildung der Zellen eingeleitet, die in der Folge den gleichen Verlauf nimmt wie bei *Gr. bimaculatus*.



Abb. 16. Fortgeschrittenes Stadium der Lamellenbildung bei *Decticus verrucivorus*. Die Lamellenbildungszellen sind lang ausgewachsen.

Wie auf Grund der gleichen Lamellendichte und der ungefähr gleichen Höhe der Lamellen des linken und rechten Flügels zu erwarten war, ist kein wesentlicher Unterschied in der Lamellenbildung zwischen beiden Seiten zu erkennen.

Der Entwicklungsgang der Lamellen läßt sich vergleichen mit dem der Schuppen bei Lepidopteren (SEMPER 1857, v. LINDEN 1898, REICHEL 1925). Auch dort differenzieren sich Hypodermiszellen zu Schuppenbildungszellen. Ihre Kerne vergrößern sich, und ihr Plasma schiebt sich allmählich über die Flügeloberfläche vor und bildet die Schuppen. Jede Schuppe läßt sich auf eine Schuppenbildungszelle zurückführen. Die so angelegten Schuppen differenzieren sich noch weiter und bilden, im Gegensatz zu den Lamellen, noch Gelenke aus.

Flügelumlegungsversuche an *Gryllus bimaculatus*

Durch die biometrischen Untersuchungen ist gezeigt worden, daß bei Grillen in der Schrillader- und Schrilleistenlänge sowie in der Lamellenzahl zwischen linkem und rechtem Flügel keine Unterschiede bestehen. REGEN (1903), LUTZ (1906) und KEILBACH (1935) sind früher ebenfalls zu diesem Ergebnis gekommen. Die Tiere besitzen demnach zwei einander gleichwertige Singgarnituren. Aus Beobachtungen (REGEN, LUTZ, KEILBACH) ist jedoch bekannt, daß sie immer nur eine bestimmte

Flügelage einnehmen, und zwar in der Regel R über L, und auch immer nur in dieser Lage singen. Daher ist schon öfter der Versuch unternommen worden, diese konstante Lage künstlich zu ändern (LUTZ, KEILBACH und neuerdings auch v. HÖRMANN 1957) und die Reaktion der Tiere zu beobachten. Die bisherigen Untersuchungen wurden an *Gr. campestris* vorgenommen, ich machte ähnliche Versuche mit *Gr. bimaculatus*.

Zunächst legte ich 30 Männchen, die alle bereits einmal in der Normallage gezirpt hatten, den linken Flügel über den rechten. Die Reaktion kam bei allen Tieren spontan: nach 2—3 Minuten war es den meisten Tieren gelungen, die Normallage wiederherzustellen. Einzelne Tiere benötigten dazu jedoch auch bis zu einer halben Stunde. Nur drei Tiere waren nicht instande, den rechten Flügel wieder über den linken zu legen. Zwei von ihnen behielten die Flügel zeitlebens in der verdrehten Lage und machten keine Singversuche mehr. Das dritte hat in der L-Lage gesungen, später selbständig die Normallage wiederhergestellt und auch so wieder gesungen; es hat in der Folgezeit häufig zwischen beiden Flügelagen gewechselt.

Beim Versuch, die Flügel in die Normallage zurückzubringen, machten die Tiere stets ganz energische Bewegungen: Vorder- und Hinterflügel wurden ruckartig gespreizt, und in hartnäckigen Fällen halfen auch die Hinterbeine nach. Verschiedenen Tieren habe ich die Flügel in Abständen von einem oder mehreren Tagen umgelegt; die Bemühungen, die Normallage wiederherzustellen, erlahmen dann allmählich.

Bedeutsamer sind die Versuche mit 17 Tieren, denen die Flügel 1—3 Stunden nach der Imaginalhäutung umgelegt wurden. Die Flügel waren zu diesem Zeitpunkt schon vollkommen geglättet, jedoch noch weich und nicht ausgefärbt. Dazu kamen noch drei Tiere, deren Flügel wohl bereits ausgefärbt waren, die aber noch nicht gesungen hatten. Diese 20 Tiere lassen sich nach den Versuchsergebnissen in drei Gruppen trennen:

1. Tiere, die mehr oder weniger bald nach dem Umlegen der Flügel die Normallage wiederhergestellt und dann auch beibehalten haben.
2. Tiere, welche die Flügel einmal selbst in die Normallage und auch wieder zurück in die L-Lage gebracht haben, und
3. Tiere, die die „falsche“ Flügelage zeitlebens beibehalten haben.

1. Die erste Gruppe umfaßt sechs Tiere. Vier von ihnen haben die Normallage der Flügel nach 3—6 Tagen wiederhergestellt und dann auch beibehalten. Von diesen Tieren hatten drei bereits in der L-Lage gesungen. In der Normallage konnten alle Tiere zirpen.

Die restlichen zwei Tiere haben ihre Flügelage dreimal selbständig geändert: zunächst wurde die Normallage hergestellt, dann die L-Lage und schließlich (nach etwa einem Tag) die R-Lage, die dann auch zeitlebens blieb. Die Tiere ließen in beiden Flügelagen den gewöhnlichen Gesang hören.

2. Vier Tiere haben, nachdem sie bereits in der L-Lage gesungen hatten, selbständig die Normallage wiederhergestellt. Ob sie in dieser Lage gesungen haben, ist nicht beobachtet worden. Nach mehreren Tagen hatten sie die Flügel wieder in der L-Lage, behielten diese zeitlebens bei und konnten in ihr den typischen Gesang hervorbringen.

3. Von den insgesamt 20 jungen Tieren behielten 10 die Flügel zeitlebens ohne Änderung in der verdrehten L-Lage. Von diesen 10 Tieren waren zwei zum Zeitpunkt des Umlegens bereits ausgefärbt.

Alle Vertreter dieser Gruppe haben nach einigen Tagen (auch in der Normallage vergehen 2—3 Tage bis zum ersten Zirpen) in der L-Lage eifrig gesungen. Mit Hilfe eines Pegelschreibers (Firma Brüel & Kjaer, Kopenhagen) wurde sowohl der gewöhnliche Gesang eines Normaltieres als auch der eines Tieres mit inverser Flügelage aufgenommen. Der Verlauf der Kurven (Abb. 17a und 17b) läßt erkennen, daß der Gesang der Tiere sich fast nur in der Lautintensität unterscheidet. Der Unterschied ist schon mit dem bloßen Ohr gut erkennbar.

Legt man Grillen, die schon mehrere Tage freudig in der L-Lage gesungen hatten, die Flügel wieder zurück in die Normallage, so benehmen sie sich wie Normaltiere, denen man, nachdem sie bereits in der R-Lage gesungen hatten, die Flügel umlegt: sie bemühen sich

eifrig und äußerst energisch, die ihnen gewohnte L-Lage wiederherzustellen, was allerdings nur in etwa der Hälfte der Fälle (der Prozentsatz ist viel niedriger als bei den Normaltieren) gelingt. Ist es ihnen nach oft mehrstündigen Versuchen wirklich geglückt, den linken Flügel wieder über den rechten zu bringen, so zeigen sie sich sichtlich „erleichtert“ und singen auch wieder. Ebenso „erleichtert“ sind offensichtlich auch Tiere, denen es trotz aller Anstrengungen nicht gelingt, selbständig die L-Lage herzustellen, wenn man ihnen zu Hilfe kommt. Waren sie während des ganzen Versuches äußerst streitsüchtig und unruhig, so beruhigen sie sich dann schnell, verhalten sich einige Zeit still, um dann mit Hingabe den verhältnismäßig schwachen, für die L-Lage bezeichnenden Gesang anzustimmen. Wahrscheinlich darf man also annehmen, daß die Grillen sich an die Lage gewöhnen, in der die Flügel nach dem Schlüpfen erhärten und in der sie erstmals singen. Das Leiserwerden des Gesanges in der L-Lage deutet jedoch darauf

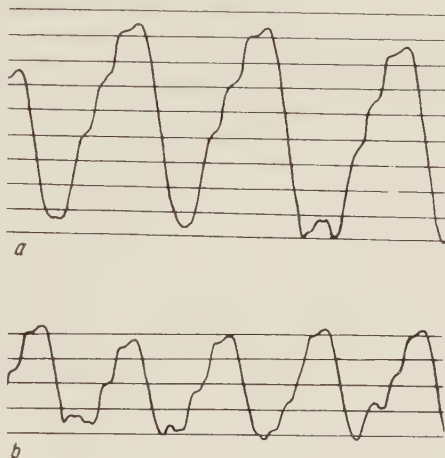


Abb. 17a—b. a Aufnahme des „gewöhnlichen Gesanges“ eines Normaltieres; b Aufnahme des „gewöhnlichen Gesanges“ eines Tieres mit inverser Flügelage. Die Ordinate zeigt die Lautintensität, auf der Abszisse ist die Lautdauer aufgetragen (Laufgeschwindigkeit des Streifens 100 mm/sec). Beide Aufnahmen sind unter den gleichen Bedingungen (gleicher Abstand vom Mikrophon, gleiche Temperatur) gemacht worden.

hin, daß von Natur aus doch die Bewegungskoordinationen der R-Lage vorgesehen sind. Dafür spricht auch, daß Linkstiere beim Singen die Flügel bei weitem nicht so hoch stellen wie Normaltiere. Die Flügel können leicht giebelartig gegeneinander gestellt sein oder es liegt ein Flügel mehr oder weniger horizontal, während der zweite dazu schwach schräggestellt wird. Die Stellung der Flügel beim Zirpen ist nicht nur individuell, sondern auch von Fall zu Fall verschieden.

Die Weibchen sprechen auf den Gesang der Männchen mit verdrehten Flügeln verhältnismäßig wenig an; das wird sehr deutlich, wenn man ihnen nebeneinander normale und Männchen mit inverser Flügellage bietet. Die Tiere mit umgelegten Flügeln verhalten sich im übrigen normal.

KEILBACH hatte bei *G. campestris* festgestellt, daß Männchen mit inverser Flügellage nicht fähig sind, Rivalenlaute hervorzubringen. Das gilt auch für *Gr. bimaculatus*. Oft stehen sich zwei Männchen gegenüber und sind sichtlich erregt, aber unfähig, einen Laut von sich zu geben. Ihr Körper zuckt vor und zurück, als ob sie angestrengt zirpen würden. Dabei sind die Flügel jedoch nur ganz wenig angehoben und werden kaum bewegt. Nur selten sind bei einer solchen Gelegenheit kurze knipsende Geräusche zu hören.

Diese Ergebnisse an *Gr. bimaculatus* decken sich weitgehend mit denen von LUTZ (1906) und KEILBACH (1935) an *Gr. campestris*. Im Gegensatz dazu stehen jedoch die Angaben von v. HÖRMANN (1957); ihr war in keinem Fall, auch nicht bei frisch geschlüpften Tieren, die Umstimmung gelungen.

Zusammenfassung

1. Bei den Grillen sind beide Vorderflügel ganz gleich ausgebildet. Bei den Männchen der Laubheuschrecken dagegen sind sie, insbesondere im Bau der Lautorgane, in einer für jede Art bezeichnenden und genau beschriebenen Weise verschieden.

2. Die Grundform der ohne Gelenk auf die Schrilleiste aufgesetzten Lamellen ist elliptisch. Jede Art variiert diese Grundform in einer für sie bezeichnenden Weise. Außerhalb der Reihe stehen hierbei die beiden *Conocephalus*-Arten mit mehr kegelförmigen Gebilden.

3. Vertreter von drei Grillen- und elf Laubheuschreckenarten wurden genau ausgemessen. Dabei ergab sich: Die Männchen werden an Prothorax-, Hinterschenkel- und Flügellänge in der Regel von den Weibchen übertroffen. Bei den Weibchen bestehen keinerlei Unterschiede in den Längen der linken und rechten Vorder- bzw. Hinterflügel. Mit Ausnahme der Vorderflügel von *Pholidoptera griseoaptera* gilt dies auch für die Männchen. Im Lautorgan bestehen bei den Grillen keine wesentlichen Unterschiede zwischen links und rechts, ausnahmslos jedoch bei den hier untersuchten Laubheuschrecken (vgl. Tabelle 1—30).

4. Männchen von *Gryllus campestris* aus Oberbayern und aus Lovrana (Istrien) unterscheiden sich in gewissen Merkmalen des Baues der Vorderflügel. Dasselbe

gilt für *Tettigonia viridissima* aus Oberbayern bzw. Nordbayern (Vorspessart) im Bau der Schrilladern.

5. An *Gryllus bimaculatus* und *Decticus verrucivorus* wurde der Verlauf der Lamellenbildung verfolgt. Bei beiden Arten entstehen die Lamellen gegen Ende des letzten Larvenstadiums. In einer ungefalteten Region des neuen Flügels differenzieren sich besondere Zellen: Lamellenbildungszellen alternieren mit Zwischenzellen. Erstere wachsen über die Flügeloberfläche vor, und aus je einer von ihnen entsteht eine Lamelle.

6. Die Flügelumlegungsversuche ergaben die Umstimmbarkeit von *Gryllus bimaculatus* von der R- auf die L-Lage während eines bestimmten Alters. Die Tiere können in der L-Lage einen „gewöhnlichen Gesang“ hervorbringen, der sich von dem der Normaltiere fast nur in der Lautstärke unterscheidet.

Literaturverzeichnis

- COUSIN, G. (1940), Etude expérimentale et quantitative de l'hérédité interspécifique transmission de la forme et de ses potentialités évolutives. Croisement *Gryllus campestris* × *Gryllus bimaculatus* DE GEER. Mém. Acad. Sc. Inst. France **64**, 1—213.
- (1940), Sur le calcul des coefficients de variabilité différentielle et leur application à l'analyse de l'hérédité de la disharmonie de taille, et des gradients de croissance relative, chez *Gryllus bimaculatus* DE GEER, *Gryllus campestris* L. et leurs hybrides réciproques. Compt. rend. sc. Acad. Sc. **211**, 113—115.
- (1946), Sistématique et méthodes biométriques a propos des Grillons de France. Bull. Biol. France et Belgique **80**, 389—465.
- et CAULLERY, M. (1947), Sur les caractéristiques des types structuraux chez *Gryllus campestris*, *Gryllus bimaculatus* et leurs hybrides réciproques F₁. Compt. rend. sc. Acad. Sc. **225**, 1027, 027—1028.
- — (1954), Sur la détermination de la normalité de quelques caractères morphométriques spécifiques de *Gryllus campestris* L., *Gryllus peruviansis* SAUSS. et la définition biométrique de leur hybride F₁. Compt. rend. sc. Acad. Sc. **239**, 1695—1697.
- — (1954), Sur la diagnose biométrique de trois espèces du genre *Gryllus*: *G. argentinus* SAUSS., *G. bimaculatus* DE GEER, *G. campestris* L. Compt. rend. sc. Acad. Sc. **239**, 1877—1879.
- FABER, A. (1929), Lautäußerungen der Orthopteren (Lauterzeugung, Lautabwandlung und deren biologische Bedeutung sowie Tonapparat der Geradflügler). Teil I. Zschr. Morph. u. Ökol. Tiere **13**, 745—803.
- (1933), Lautäußerungen der Orthopteren. Teil II. Zschr. Morph. u. Ökol. Tiere **26**, 1—93.
- (1937), Die Laut- und Bewegungsäußerungen der Oedipodinen. Zschr. wiss. Zool. **149**, 1—85.
- (1953), Laut- und Gebärden sprache bei Insekten: Orthopteren. Mitt. Staatl. Mus. Stuttgart.
- FRINGS, H. u. M. (1958), Uses of sounds by insects. Ann. Rev. of Entomol. **3**, 87—106.
- GRABER, V. (1872), Über den Tonapparat der Locustiden, ein Beitrag zum Darwinismus. Zschr. wiss. Zool. **22**, 100—125.
- V. HÖRMANN, S. (1957), Untersuchungen über den Erbgang einiger Verhaltensweisen bei Grillenbastarden (*Gryllus campestris* L. × *Gryllus bimaculatus* DE GEER). Zschr. Tierpsychol. **14**, 137—183.
- HUBER, F. (1955), Sitz und Bedeutung nervöser Zentren für Instinkthandlungen beim Männchen von *Gryllus campestris* L. Zschr. Tierpsychol. **12**, 12—48.
- (1956), Heuschrecken- und Grillenlaute und ihre Bedeutung. Naturwiss. **43**, 317—321.
- JACOBS, W. (1950), Vergleichende Verhaltensstudien an Feldheuschrecken. Zschr. Tierpsychol. **7**, 169—216.
- (1953), Verhaltensbiologische Studien an Feldheuschrecken. Zschr. Tierpsychol. Beiheft **1**.
- KEILBACH, R. (1935), Über asymmetrische Flügellage bei Insekten und ihre Beziehungen zu anderen Asymmetrien. Zschr. Morph. u. Ökol. Tiere **29**, 1—44.
- KEVAN, MC. E. (1954), Méthodes inhabituelles de production de son chez les Orthoptères. Colloque sur l'acoustique des Orthoptères 103—141.

- KOLLER, H. (1949), Untersuchungen an einigen Feldheuschreckenarten über den Aufbau der Lautorgane und deren Beziehungen zur Ausbildung der Flügel. Unveröff. Staatsexamensarbeit, München.
- KREIDL, A., u. REGEN, J. (1905), Physiologische Untersuchungen über Tierstimmen. Stridulation von *Gryllus campestris*. S.ber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. **114**, 57—82.
- LANDOIS, H. (1867), Die Ton- und Stimmapparate der Insekten in anatomisch-physiologischer und akustischer Beziehung. Zschr. wiss. Zool. **17**, 105—186.
- (1871), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Schmetterlingsflügel in der Raupe und Puppe. Zschr. wiss. Zool. **21**, 305—316.
- V. LINDEN, M. (1898), Neue Untersuchungen über die Entwicklung der Schuppen, Farben und Farbmuster auf den Flügeln der Schmetterlinge und Motten. Biol. Zbl. **18**, 229—239.
- LOHER, W. (1957), Untersuchungen über den Aufbau und die Entstehung der Gesänge einiger Feldheuschreckenarten und den Einfluß von Lautzeichen auf das akustische Verhalten. Zschr. vergl. Physiol. **39**, 313—356.
- LUDWIG, W. (1932), Rechts-Links-Problem im Tierreich und beim Menschen. Springer, Berlin.
- PÄTAU, K. (1943), Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen. (Eine neue t-Tafel.) Biol. Zbl. **63**, 152—168.
- PETRUNKOWITSCH, A., u. GUAITA, G. (1901), Über den geschlechtlichen Dimorphismus bei den Tonapparaten der Orthopteren. Zool. Jb., Abt. System. **14**.
- PIERCE, G. (1948), The Songs of Insects. Cambridge (Massachusetts).
- PROCHNOW, O. (1908), Die Lautapparate der Insekten. Ein Beitrag zur Zoophysik und Descendenztheorie. Internat. entomol. Zschr. **1**, in Fortsetzungen.
- REGEN, J. (1913), Untersuchungen über die Stridulation von *Liogryllus campestris* unter Anwendung der photographischen Registriermethode. Zool. Anz. **42**, 143—144.
- (1914), Untersuchungen über die Stridulation und das Gehör von *Thamnotrizon apterus* FAB. ♂. S.ber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. **123**, 853—892.
- (1923), Über die Orientierung des Weibchens von *Liogryllus campestris* L. nach dem Stridulationsschall des Männchens. S.ber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. **132**, 81—88.
- REICHELT, M. (1925), Schuppenentwicklung und Pigmentbildung auf den Flügeln von *Lymantria dispar* unter besonderer Berücksichtigung des sexuellen Dimorphismus. Zschr. Morph. u. Ökol. Tiere **3**, 477—525.
- ROY-NOEL, J. (1954), Contribution à l'étude de l'appareil musical des Orthoptères ensifères. Ann. Sc. Nat. Zool. **11**, 65—83.
- SEMPER, C. (1857), Über die Bildung der Flügel, Schuppen und Haare bei den Lepidopteren. Zschr. wiss. Zool. **8**, 326—339.
- WEBER, E. (1948), Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler und Mediziner. Gustav Fischer, Jena.

Anschrift der Verfasserin: ANNA ALFONSA STÄRK, Tübingen, Hölderlinstraße 12, Zoophysiologisches Institut.

Lebenslauf

Ich, Anna Alfonsa Stärk, wurde am 18. Januar 1930 als erstes Kind des Ingenieurs Alfons Stärk und seiner Ehefrau Anna, geb. Waldinger, in Töging am Inn geboren. Von 1936 bis 1940 besuchte ich die Volksschule in Töging und trat dann an die Städtische Oberrealschule Mühldorf über, an der ich 1948 das Abitur machte. Im Sommersemester 1950 immatrikulierte ich mich in der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität München. Im Winterhalbjahr 1953/54 begann ich unter Leitung von Herrn Professor Dr. Jacobs mit meiner Doktorarbeit: „Untersuchungen am Lautorgan einiger Grillen- und Laubheuschrecken-Arten, zugleich ein Beitrag zum Rechts-Links-Problem.“ Als Abschluß meines Studiums ist die Promotion vorgesehen.

